



**Gonçalo Ferreira Rodrigues de Carvalho
Madeira**

Licenciado em Ci4ncias de Engenharia e Gest4o Industrial

**Aplic4o da Metodologia TRIZ e da
Filosofia *Lean* para o Dimensionamento
do *Layout* Log4stico da Schnellecke
para Produo de Novos Componentes
Autom4veis**

Dissertao para obteno do Grau de Mestre em
Engenharia e Gest4o Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena V4ctorovna Guitiss Navas,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ci4ncias e Tecnologia
da Universidade Nova de Lisboa

J4ri:

Presidente: Doutora Virg4nia Helena Arimateia de Campos
Machado

Vogais: Doutora Isabel Maria da Silva Jo4o
Doutora Helena V4ctorovna Guitiss Navas

Aplicação da Metodologia TRIZ e da Filosofia *Lean* para o Dimensionamento do *Layout* Logístico da Schnellecke para Produção de Novos Componentes Automóveis

Copyright © Gonçalo Ferreira Rodrigues de Carvalho Madeira, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limitações geográficas, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar por agradecer à Schnellecke Palmela pela oportunidade dada para a realização da presente dissertação, pela valorização profissional e pessoal adquirida durante o tempo em que se realizou o estágio curricular.

Quero agradecer à gestora Cátia Oliveira pela confiança, orientação e disponibilidade durante a realização do projeto, bem como a todos os restantes colegas da equipa de engenharia pela integração proporcionada.

Um especial agradecimento à Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas pelos conselhos e disponibilidade demonstrada nos últimos meses.

Agradeço à minha família, nomeadamente à minha mãe e avó por me terem permitido alcançar esta importante etapa da minha vida.

Aos meus amigos, Cristophe Brasil, Delfim Costa e Diogo Castilho pelos bons momentos passados durante esta fase das nossas vidas.

À minha namorada, Helena Gaspar, um obrigado especial por tudo aquilo que passámos e pelo impacto que teve no meu percurso académico e pessoal.

RESUMO

Devido à crescente competitividade verificada no setor industrial, é fulcral a adoção de medidas estratégicas por parte das organizações. As referidas medidas visam a melhoria dos sistemas produtivos e logísticos, através da aplicação de metodologias e abordagens inovadoras, promovendo a melhoria contínua nos processos e maior satisfação dos seus clientes. Deste modo, a implementação destas medidas possibilita alcançar vantagens competitivas perante um mercado cada vez mais exigente.

A presente dissertação foi realizada na Schnellecke Palmela, no âmbito de um estágio curricular. Os objetivos iniciais do estudo visavam a preparação da empresa para a introdução de um novo modelo automóvel, devido à falta de áreas para armazenamento de matéria-prima e produto acabado do referido modelo. Assim, foi desenvolvido um modelo para a resolução do problema logístico, através da integração das metodologias *Lean*, TRIZ, modelo de Kano e MTM.

Para além dos objetivos iniciais, foi identificada a necessidade de dimensionar o *layout* de um supermercado de produção para umas das linhas produtivas do referido modelo automóvel. Consequentemente, foi necessário realizar o dimensionamento de *racks* de matéria-prima face ao constrangimento físico verificado no bordo de linha da linha de produção supracitada.

A implementação da proposta elaborada para a resolução do problema logístico permitirá uma poupança anual no valor de 62.280,00€. Além do ganho monetário, verificou-se um incremento de criatividade e inovação no seio da organização, com o intuito de aumentar a produtividade e promover a redução de desperdícios, numa ótica de melhoria contínua.

Palavras-chave: TRIZ, Lean, MTM, modelo de Kano, melhoria contínua

ABSTRACT

Increasing competition in the industrial sector has pushed organisations to adopt new strategic measures aimed at improving production and the logistic systems. Applying new methods and promoting continuous improvement in process and greater customer satisfaction will eventually lead to advantages over competing companies.

This study was carried out during an internship at Schnellecke Palmela. The initial goals focused on preparing the company for the introduction of a new car model. Given the lack of storage areas for raw materials and finished product, a model integrating Lean methods, TRIZ, Kano model and MTM was developed to solve this logistical problem.

In addition to the aforementioned initial goal, the existing need to scale the layout of super-market production to one oriented towards the new car model and its production line made it necessary to build new racks for the required raw materials.

By applying the proposed new model to its production lines, the company's annual savings will amount to a total of 62.280.00€. As well as monetary gains, there will be an increase in creativity and innovation within the organization, in addition to a rise in productivity rates and a decrease in wastage within a continuous improvement mindset.

Keywords: TRIZ, Lean, MTM, Kano model, continuous improvement

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento do Estudo e Objetivos.....	1
1.2. Organização de Conteúdos	2
2. LEAN THINKING, TRIZ, MODELO DE KANO e MTM.....	3
2.1. <i>Lean Production</i>	3
2.1.1. Princípios <i>Lean Production</i> e os 7 Desperdícios.....	6
2.1.2. Ferramentas Utilizadas.....	7
2.1.2.1. <i>Kaizen</i>	7
2.1.2.2. Metodologia 5S	8
2.2. Teoria da Resolução Inventiva de Problemas	10
2.2.1. Introdução à TRIZ.....	10
2.2.2. Características TRIZ	11
2.2.3. Conceitos fundamentais	12
2.2.3.1. Contradição	12
2.2.3.2. Recursos	13
2.2.3.3. Idealidade e Padrões de Evolução	14
2.2.4. Inércia Mental	16
2.2.5. Ferramentas Principais da TRIZ	17
2.2.5.1. Princípios de Invenção e Matriz de Contradições	17
2.2.5.2. Análise Substância-Campo.....	19
2.3. Técnicas de Apuramento das Necessidades do Cliente	23
2.3.1. Modelo de Kano	24
2.4. MTM – <i>Method Time Measurement</i>	25
3. CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	29
3.1. Schnellecke Portugal Lda.	29
3.1.1. Missão, Visão e Valores.....	30
3.1.2. Áreas Funcionais.....	31
3.2. Análise do Sistema Atual.....	32
3.2.1. Caracterização das Áreas Produtivas	32
3.2.2. Caracterização das Atividades Logísticas	35
3.2.3. Análise dos Indicadores de Ocupação dos Operadores.....	36
4. PROPOSTA DO LAYOUT LOGÍSTICO PARA PRODUÇÃO DE NOVOS PRODUTOS.....	39
4.1. Metodologia de Estudo e Elaboração do Modelo	39
4.2. Identificação dos Requisitos do Projeto NC	41
4.3. Recolha de Informação para o Estudo a Realizar	44
4.3.1. Informação de Material e Características de Embalagem NC.....	45

4.3.2. Normas de Segurança.....	47
4.4. Identificação e Resolução de Problemas e Constrangimentos	47
4.4.1. Problemas Logísticos na Zona B.....	47
4.4.2. Problemas Logísticos na Zona A	53
4.5. Proposta do <i>Layout</i> Logístico NC.....	55
4.5.1. Implementação e Conceito SuMa NC.....	56
4.5.2. Estrutura SuMa NC	62
4.5.3. Dimensionamento da Proposta do <i>Layout</i> NC	64
4.6. Previsão dos Indicadores da Ocupação dos Operadores no Novo <i>Layout</i> Logístico	66
5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	69
5.1. Conclusões Finais	69
5.2. Trabalhos Futuros	70
Bibliografia	73
Anexos	77
Anexo I – Folha de Cálculo MTM do Processo de <i>Picking</i>	77
Anexo II – Folha de Cálculo MTM do Processo de Decantação.....	78
Anexo III – Requisitos do Cliente	79
Anexo IV – Análise à Matéria-prima NC.....	81
Anexo V – Análise ao Produto Acabado NC	84
Anexo VI – Auditoria Interna 5S.....	85
Anexo VII – Bordo de Linha das Linhas de Produção NC	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Casa TPS.....	5
Figura 2.2 – Etapas para Resolução de Problemas.....	10
Figura 2.3 - Evolução α	15
Figura 2.4 - Evolução β	15
Figura 2.5 - Diagrama Elementar da Análise Substância-Campo.....	19
Figura 2.6 - Sistema Incompleto	20
Figura 2.7 - Sistema Completo, Insuficiente ou Ineficiente.....	20
Figura 2.8 - Sistema Completo com Efeito Prejudicial.....	21
Figura 2.9 - Solução Geral 1	21
Figura 2.10 - Solução Geral 2	21
Figura 2.11 - Solução Geral 3	22
Figura 2.12 - Solução Geral 4	22
Figura 2.13 - Solução Geral 5	22
Figura 2.14 - Solução Geral 6	23
Figura 2.15 - Solução Geral 7	23
Figura 2.16 – Atributos do Modelo de Kano.....	25
Figura 3.1 – Distribuição Geográfica da Schnellecke <i>Logistics</i>	29
Figura 3.2 - As Três Áreas de Negócio da Schnellecke Palmela	30
Figura 3.3 – Organograma da Schnellecke Palmela.....	31
Figura 3.4 - <i>Layout</i> do Sistema Atual da Schnellecke Palmela.....	33
Figura 3.5 - <i>Layout</i> da Zona B do Sistema Atual.....	34
Figura 3.6 - Tipos de Embalagem	34
Figura 3.7 - <i>Layout</i> da Zona A do Sistema Atual.....	35
Figura 3.8 – Atividades do Processo Logístico.....	36
Figura 4.1 - Modelo do Desenvolvimento do <i>Layout</i> Logístico	40
Figura 4.2 - Identificação das Áreas Sujeitas a Alterações	44
Figura 4.3 - GLT 111940	46
Figura 4.4 - Sistema Insuficiente.....	48
Figura 4.5 - Introdução do Campo 1 (C1).....	48
Figura 4.6 - Armazém do modelo FM.....	49
Figura 4.7 - Introdução Campo 2 (C2).....	49
Figura 4.8 - Introdução Campo 3 (C3).....	50
Figura 4.9 - Introdução Campo 4 (C4).....	51
Figura 4.10 - <i>Layout</i> da Zona B Após Análise Substância-Campo.....	52
Figura 4.11 - Introdução Campo 5 (C5).....	52

Figura 4.12 - Área Extra Necessária Adquirir.....	53
Figura 4.13 - <i>Layout</i> da Zona A Após Aplicação 5S	55
Figura 4.14 - <i>Layout</i> Geral Após Alterações nas Zonas A e B	55
Figura 4.15 - Linha de Produção da Referência de Produto Acabado 1,2,3 e 4.....	56
Figura 4.16 – <i>Roller-rack</i> Localizada no POF	57
Figura 4.17 - <i>Rack</i> SuMa 1 NC	58
Figura 4.18 - <i>Rack</i> SuMa 2 NC	59
Figura 4.19 - <i>Rack</i> SuMa 3 NC	60
Figura 4.20 - <i>Layout</i> da Linha da Linha de Produção com <i>Racks</i> SuMa NC.....	62
Figura 4.21 – <i>Layout</i> SuMa NC	62
Figura 4.22 - Exemplo do Circuito no Processo de Decantação SuMa NC	63
Figura 4.23 - Comboio de Abastecimento de KLT's de Fornecedor.....	64
Figura 4.24 - <i>Layout</i> com Armazém de Matéria-prima, Produto Acabado e SuMa NC	65
Figura A.1 – <i>Template</i> do Inquérito NC	79
Figura A.2 – <i>Checklist</i> de Auditoria de Processo na Zona A.....	86
Figura A.3 - Disposição da Matéria-prima na Linha de Produção do Produto Acabado 9 e 10	87
Figura A.4 - Disposição da Matéria-prima na Linha de Produção do Produto Acabado 7 e 8	87
Figura A.5 - Disposição da Matéria-prima na Linha de Produção do Produto Acabado 13 e 14 ..	88
Figura A.6 - Disposição da Matéria-prima na Linha de Produção do Produto Acabado 5,6, 11 e 12	88

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Técnica de "Pensamento de Janelas Múltiplas"	16
Tabela 2.2 - Técnica de " Dimensão-Tempo-Custo".....	17
Tabela 2.3 - Princípios Inventivos.....	17
Tabela 2.4 - Parâmetros de Engenharia.....	18
Tabela 2.5 - Notação Utilizada nos Modelos de Substância-Campo	20
Tabela 3.1 - Taxa de Ocupação dos Operadores das Atividades Logísticas do Sistema Atual.....	37
Tabela 3.2 - Taxa de Ocupação Média por Operador no Sistema Atual.....	38
Tabela 4.1 - Resultados da Aplicação dos Inquéritos de Modelo de Kano.....	43
Tabela 4.2 – Características das GLT de Matéria-prima de Fornecedor.....	45
Tabela 4.3 - Características das KLT de Matéria-prima de Fornecedor	46
Tabela 4.4 - Constituição da <i>Rack</i> SuMa 1 NC.....	59
Tabela 4.5 - Constituição da <i>Rack</i> SuMa 2 NC.....	60
Tabela 4.6 - Constituição da <i>Rack</i> SuMa 3 NC.....	61
Tabela 4.7 - Dimensões das <i>Racks</i> SuMa NC.....	61
Tabela 4.8 - Código de Cores Aplicado à Matéria-prima e Produto Acabado NC	65
Tabela 4.9 - Taxa de Ocupação dos Operadores das Atividades Logísticas do Novo <i>Layout</i>	66
Tabela 4.10 - Taxa de Ocupação Média por Operador do Novo <i>Layout</i>	67
Tabela A.1 - MTM do Processo de <i>Picking</i> da Referência de Matéria-prima 2.1	77
Tabela A.2 - MTM do Processo de Decantação da Referência de Matéria-prima 1.11	78
Tabela A.3 - Classificação das Respostas do Inquérito NC	80
Tabela A.4 - Matriz de Classificação de Respostas do Modelo de Kano.....	80
Tabela A.5 - Características da Matéria-prima	81
Tabela A.6 - Características do Produto Acabado	84
Tabela A.7 - Dimensões dos Contentores de Produto Acabado.....	84

ABREVIATURAS

A – Área

FE – Fator de Empilhamento

GLT – Contentor de Grande Capacidade (*Grossladungsträger*)

JIT – *Just-In-Time*

KLT – Contentor de Pequena Capacidade (*Kleinladungsträger*)

MTM – Método de Medição de Tempos (*Method Time Measurement*)

n – Número de Meses

N – Número de Movimentos Realizados por Dia

NoC – Número de Contentores

NoL – Número de Localizações

NP – Nível de Produção

P – Poupança

POF – Ponto de Entrega (*Point of Fit*)

RM – Renda Mensal

SuMa – Supermercado de Produção (*Supermarket of production*)

TDE – Tempo Despendido por Embalagem

TMU – Unidade de Medida de Tempo (*Time Measurement Unit*)

TOD – Taxa de Ocupação Diária

TPD – Tempo de Processo de Decantação.

TPS – Sistema de Produção Toyota (*Toyota Production System*)

TRIZ – Teoria de Resolução Inventiva de Problemas

TUPD – Tempo Útil de Produção Diária

WIP – Trabalho em Progresso (*Work in Process*)

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do Estudo e Objetivos

A necessidade de inovação é cada vez mais uma constante no mundo atual que está a mudar de forma célere. As empresas e organizações tendem a ser mais competitivas, tornando o mercado onde atuam mais exigente. Esta necessidade surge face ao aumento de oferta de produtos e serviços a preços cada vez mais baixos e com melhor qualidade.

Na indústria automóvel são utilizadas frequentemente técnicas de sucesso que visam a satisfação dos requisitos dos clientes, a eficiência na utilização da capacidade disponível através da redução de desperdícios produtivos ou ainda a melhoria dos processos produtivos e gestão de custos operacionais.

Como suporte ao estudo realizado, importa salientar as metodologias de inovação e melhoria contínua, tais como o *Lean* e a Teoria Inventiva de Resolução de Problemas (TRIZ). A metodologia *Lean* permite criar vantagem competitiva ao eliminar diversos desperdícios inerentes aos processos produtivos existentes, através da aplicação de diferentes ferramentas, entre as quais se destaca a metodologia 5S. Por outro lado, a metodologia TRIZ permite que uma organização se destaque através do incentivo à utilização de inovação sistemática e procura de novas soluções criativas para a resolução de problemas existentes. Embora cada uma destas vise objetivos diferentes, são metodologias que se complementam, convergindo num objetivo comum que se traduz na satisfação do cliente.

Uma ferramenta de estudo de tempo preponderante durante o planeamento de um processo, em qualquer empresa ou organização, é o *Method Time Measurement* (MTM). Através desta, é possível quantificar o número de recursos necessários, homem ou máquina. A determinação das taxas de ocupação permite que não se verifiquem desperdícios, nomeadamente ao nível da mão-de-obra.

Deste modo, o objetivo da realização da presente dissertação é a aplicação das metodologias referidas no dimensionamento do *layout* logístico da Schnellecke Palmela, em consequência do aumento da produtividade no ano de 2018 face à introdução de um novo modelo automóvel. Contudo, é necessário proceder ao dimensionamento de uma supermercado de produção e *racks* SuMa (supermercado de produção), que o constituem.

Neste contexto, o estudo realizado consiste na implementação das ferramentas e metodologias referidas anteriormente.

1.2. Organização de Conteúdos

A presente dissertação inclui 5 capítulos:

1. Introdução;
2. *Lean Thinking*, TRIZ, modelo de Kano e MTM;
3. Caracterização da Empresa;
4. Proposta do *Layout* Logístico para Produção de Novos Produtos;
5. Conclusões e Trabalhos Futuros.

A parte final contém a Bibliografia e os Anexos.

No capítulo 1, Introdução, é apresentado o enquadramento do estudo desenvolvido e os seus objetivos. Também é indicado como está estruturada a presente dissertação.

No capítulo 2, *Lean Thinking*, TRIZ, modelo de Kano e MTM, são abordados os fundamentos teóricos das diferentes matérias que sustentam o estudo realizado, associados à inovação, melhoria contínua e satisfação do cliente.

No capítulo 3, Caracterização da Empresa, é apresentada a empresa onde foi desenvolvido o presente estudo. Também é elaborada uma análise do sistema atual, onde são caracterizadas as áreas produtivas e atividades logísticas. Além disto, é realizada uma análise aos indicadores de ocupação dos operadores.

No capítulo 4, Proposta do *Layout* Logístico para Produção de Novos Produtos, é apresentado o modelo desenvolvido, bem como é realizada a recolha de informação para o caso em estudo de modo a solucionar a problemática verificada. Neste capítulo é ainda abordada uma proposta do dimensionamento do *layout* logístico.

No capítulo 5, Conclusões e Trabalhos Futuros, são apresentadas as conclusões do estudo realizado, os trabalhos futuros e sugestões de propostas de melhoria.

2. LEAN THINKING, TRIZ, MODELO DE KANO e MTM

2.1. *Lean Production*

Após a revolução industrial, surgem grandes alterações relativamente aos sistemas de produção. Até essa data, a produção era efetuada de forma simples, por operadores especializados, que utilizavam ferramentas modestas para satisfazer os requisitos dos clientes. Este tipo de produção era designado por produção artesanal. Contudo, este apresentava três grandes desvantagens: custos de produção elevados, produção em pequena escala e problemas de qualidade. Sendo produção artesanal, existe uma correlação entre as duas primeiras desvantagens, visto que uma esta implica grande utilização de mão-de-obra, resultando em custos bastante elevados. Os problemas de qualidade surgem devido à falta de equipamento para verificar as especificações dos *outputs* produzidos (Ford, 2005).

Com a revolução industrial, as máquinas assumiram um papel crucial nos sistemas de produção. Com isto, existiu um aumento da produtividade das unidades fabris existentes. Apesar desta evolução, as empresas continuam a não ser capazes de satisfazer a procura, surgindo as primeiras linhas de montagem.

A solução é encontrada através do conceito de produção em massa por Henry Ford, no início do século XX, permitindo elevadas taxas de produção por trabalhador, disponibilizando produtos a um valor mais baixo. O objetivo da produção em massa é antecipar, reduzir e eliminar todas as atividades que resultem em custos adicionais (Duguay, et al., 1997). No entanto, as expectativas dos clientes deixaram de ser apenas a qualidade, o preço baixo e fácil acessibilidade, sendo agora a variedade também um requisito. Contudo, com a utilização de sistemas de produção em massa, este último era dificilmente alcançável (Womack & Jones, 1996).

Com o aumento da produção em massa, a oferta de produtos aumentou exponencialmente sobrepondo-se à procura existente no mercado. Este facto fez com que as organizações adotassem novas estratégias de venda dos seus produtos (Womack & Jones, 1996).

Face a este novo cenário, as organizações implementaram medidas para se manterem ou para se tornarem mais competitivas. Essas medidas passavam por eliminar os desperdícios, produzir de acordo com a procura do cliente, apostar na inovação e na melhoria contínua - *lean production*.

As organizações tendem a reduzir os seus custos. Todavia, é necessário manter ou aumentar a competitividade das mesmas, de modo a conseguir satisfazer os requisitos dos clientes, sejam estes referentes à qualidade de produtos/serviços, prazos de entrega ou preços competitivos.

Para que isto seja possível, as empresas necessitam de eliminar atividades que não acrescentem valor, de modo a tornar os processos mais eficientes. (Womack & Jones, 1996)

O conceito de *lean production* surge após a Segunda Guerra Mundial, quando vários países se depararam com uma indústria quase inexistente e com falta de recursos, nomeadamente no Japão a nível da indústria automóvel.

Face à necessidade que se verificava na indústria, foi desenvolvido o sistema *Toyota Production System* (TPS) por Taiicho Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda na empresa Toyota (Ohno, 1988). A implementação da filosofia TPS nas organizações permite a eliminação dos desperdícios inerentes aos sistemas de produção.

Segundo Womack, *et al.* (1990), a implementação da gestão da produção *lean* numa organização implica metade do esforço humano, metade do espaço de produção, metade do investimento em ferramentas e metade das horas de engenharia para desenvolver um produto em metade do tempo. Além disso, requer menos de metade do *stock* necessário no posto de trabalho, melhores resultados e produção de uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

Womack & Jones (2005) referem que o conceito de *lean production* deve ser transversal a todas as áreas da organização, dando prioridade às áreas onde se verifica o maior desperdício. Assim, existem maiores oportunidades de melhorias, traduzindo-se num impacto substancial na organização, seja a nível de custos ou sistemas de produção.

A implementação do conceito *lean* apresenta um impacto significativo, sendo considerado por muitos o sistema de produção mais apropriado para se obter lucro e ser competitivo em relação a outras organizações (Womack & Jones, 1996).

Uma vez que a filosofia *lean production* apresenta um papel essencial na melhoria contínua de um sistema produtivo, importa abordar os pilares principais que apresentam a sustentabilidade desta filosofia (figura 2.1).

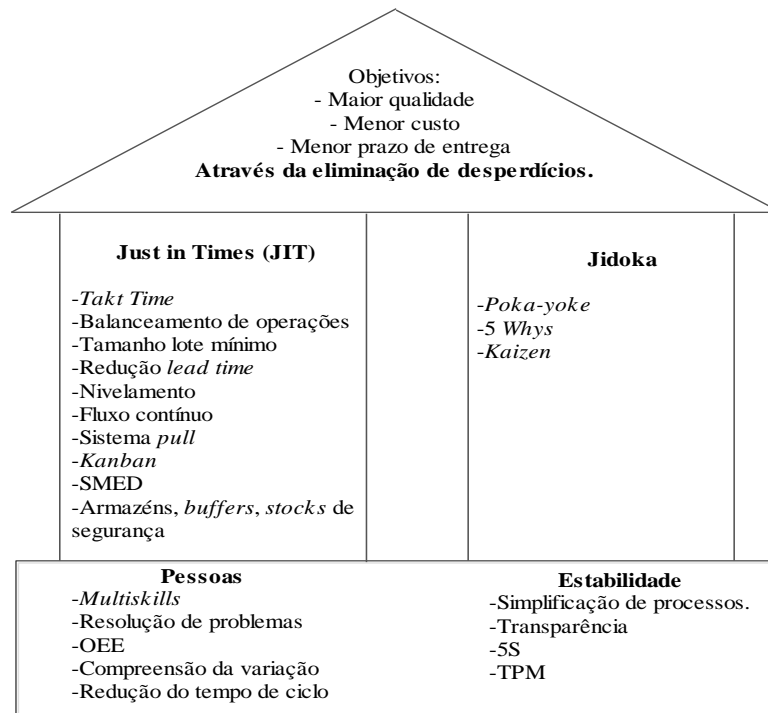


Figura 2.1 – Casa TPS

(adaptado de Wilson, 2010)

Just-in-time (JIT) é o termo utilizado para indicar a capacidade de um processo na resposta, de forma quase imediata, à procura, sem necessitar de recorrer a volumes elevados de *stock*. Este conceito apresenta como principal objetivo a eliminação de *stock* em todas as etapas do processo produtivo (Hutchins, 1988).

Bortolotti, *et al.* (2013) constataram que o conceito JIT apresenta vantagens no desempenho dos processos produtivos, não sendo afetado pelo nível de personalização do produto. Contudo, a variabilidade verificada na procura possui um impacto importante no desempenho operacional de uma organização, a nível de capacidade de resposta e eficiência.

Como foi referido anteriormente, uma das vantagens do JIT é a redução do nível de *stock* resultando numa diminuição de custos no seio das organizações. Para além da vantagem identificada existem outros benefícios, tais como a redução do *lead time*, redução do tempo despendido com atividades que não agregam valor ao produto, melhor balanceamento entre os diferentes processos e uma clarificação dos problemas existentes, traduzindo-se num aumento de qualidade do produto (Imai, 1986).

Outro pilar fundamental da filosofia *lean production* é o conceito *Jidoka*, termo japonês (Liker, 2003). Este conceito permite dar autonomia e permissão ao operador ou à máquina para parar o processo produtivo no caso de ser detetada alguma anomalia (Ghinato, 1995).

2.1.1. Princípios *Lean Production* e os 7 Desperdícios

A filosofia *lean production* implementada nas organizações permite a eliminação de desperdícios no processo produtivo. Womack & Jones (1996) sugerem cinco princípios fundamentais para a implementação da presente filosofia numa organização.

O primeiro princípio é o valor. Womack & Jones (1996) referem que é fundamental a comunicação entre clientes e fornecedores, de forma a determinar as especificações, características e o preço do produto. O valor é definido pelo cliente final.

O segundo princípio é a cadeia de valor. Segundo Womack & Jones (1996), uma cadeia de valor é a identificação de todas as ações específicas necessárias para produzir um determinado produto, e, conseqüentemente, os desperdícios existentes no sistema de produção.

Após a identificação do primeiro e segundo princípios, é necessário criar um fluxo contínuo de produção, que é caracterizado por produzir o que é necessário, quando necessário e em pequenos lotes, eliminando os desperdícios associados (Womack & Jones, 1996).

A implementação de um princípio *pull* é o quarto princípio identificado e permite que a produção só ocorra quando o cliente faz um pedido. Com isto, apenas é produzido o que é necessário, reduzindo o *Work-In-Process* (WIP) e o nível de *stock* junto das estações de trabalho (Womack & Jones, 1996).

A perfeição é o quinto princípio e surge após se determinar o valor do produto, identificar a cadeia de valor, criar um fluxo contínuo de matérias e implementar um sistema *pull* no sistema produtivo (Womack & Jones, 1996).

A filosofia *lean* tem como um dos principais objetivos a eliminação dos desperdícios em qualquer fase do processo produtivo. Conforme Ohno (1988) são identificados sete tipos de *Muda* (desperdícios), entre eles:

1. Excesso de Produção – identificada pela produção acima das necessidades do cliente.
2. *Stock* – excesso de material ou informação à espera de serem processados.
3. Transporte – de materiais ou informação, originando custos desnecessários ou a sua deterioração.
4. Espera de pessoas – tempo despendido por parte dos colaboradores na espera por informação, autorização ou materiais.
5. Sobre processamento – excesso de operações que consomem recursos de forma desnecessária.

6. Deslocação – movimentações excessivas por parte dos colaboradores que não acrescentam valor ao produto/serviço
7. Defeitos – em produtos/serviços que não correspondem na totalidade aos requisitos exigidos pelos clientes.

2.1.2. Ferramentas Utilizadas

2.1.2.1. *Kaizen*

Chen, *et al* (2001) definem *Kaizen* como um processo de melhoria continua (*kai* – mudança; *zen* – bom ou boa).

De acordo com Imai (1986), este método de melhoria contínua é transversal a todo o capital humano da organização, desde a gestão de topo até aos operadores. Womack & Jones (1996) referem *kaizen* como uma filosofia *lean* que, de forma sistemática, ajuda as organizações a reduzir os desperdícios. As melhorias alcançadas através da implementação de *kaizen* nas organizações são realizadas sem a utilização de equipamentos de elevado custo ou técnicas sofisticadas (Ghicajanu, 2011).

O conceito *kaizen* considera sete princípios que pretendem assegurar a qualidade nos processos, de modo a obter a melhoria continua. Os sete princípios considerados, de acordo com Coimbra (2008), são: *Gemba*, desenvolvimento das pessoas, gestão visual, processos e resultados, qualidade em primeiro lugar, eliminação de *Muda* (desperdício) e abordagem *Pull Flow*.

a) *Gemba* (terreno) - *Gemba* é um termo japonês que significa o local onde as coisas realmente acontecem. A presença deste princípio nos diferentes departamentos das organizações faz nascer as melhores ideias e o verdadeiro espírito de melhoria. Assim, a observação no terreno de todos os processos que acrescentam valor ao produto é crucial para análises posteriores (Rocha, 2014).

b) Desenvolvimento de pessoas - O envolvimento de todos os recursos humanos nas atividades de melhoria é importante para a implementação de *kaizen*. É necessário a criação e adaptação de novos hábitos por parte das pessoas envolvidas. Este princípio tem como base o envolvimento de todas as pessoas através de uma crença muito forte, sendo aplicado desde os operadores até à gestão de topo (Coimbra, 2008).

c) Gestão visual - Rocha (2014) refere que qualquer processo que facilite a identificação de métodos e ferramentas contribuirá para a eficiência e eficácia das operações. Para tal, é necessário que exista um trabalho padronizado, de modo a possibilitar que os operadores

consigam detetar rapidamente as anomalias e desvios ao trabalho padrão. Alguns exemplos da aplicação desta metodologia podem ser encontrados em sinais de alerta/indicativos/perigo e índices de produtividade. A padronização garante segurança, qualidade, produtividade e estabilidade do processo.

d) Processo e resultados - Outro critério importante para aplicação de *Kaizen* são os processos e resultados. Para Coimbra (2008), o que é necessário definir é o objetivo para o resultado, sendo que o método para atingir o mesmo não é importante.

e) Qualidade em primeiro lugar - O foco está na conceção de um produto/serviço de qualidade. Assim, esta crença é suportada por três conceitos: orientação para o mercado, cliente e melhorias a montante (Coimbra, 2008).

f) Eliminação de *Muda* (desperdício) - Um dos princípios fundamentais da filosofia *lean*, nomeadamente do conceito *kaizen* é a eliminação de desperdício de forma a tornar os sistemas produtivos mais eficientes. Existem sete tipos de desperdício (Rocha, 2014): sobreprodução, tempos de espera, movimentações desnecessárias, transporte excessivo, inadaptação de processos, *stock* desnecessário e defeitos.

Todos os tipos de desperdício identificados foram abordados detalhadamente na secção 2.1.2 do presente capítulo

g) Abordagem “*Pull Flow*” - Traduz-se na organização de toda a cadeia de abastecimento em termos da otimização do fluxo de materiais e do fluxo de informação. O termo “*Pull*” significa que o fluxo do material deve ser puxado e iniciado pelo consumo do cliente ou pelas encomendas do cliente (Coimbra, 2008).

2.1.2.2. Metodologia 5S

A metodologia 5S foi desenvolvida no Japão e visa combater a desorganização verificada, ao longo do tempo, no posto de trabalho. Riani (2006) identifica os principais objetivos da metodologia mencionada:

- Melhoria do ambiente de trabalho e atendimento ao cliente;
- Melhoria na qualidade de vida dos colaboradores;
- Melhoria na qualidade dos produtos/serviços;
- Melhoria a nível de *layouts*;
- Melhoria no aproveitamento dos recursos disponíveis.

A metodologia 5S traduz um conjunto de cinco etapas, sendo cada uma designada por palavras japoneses, todas iniciadas pela letra “S” (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*) (Riani, 2006):

1. *Seiri* (Triagem): Verificação de todos os produtos e materiais necessários na área de trabalho, mantendo apenas os essenciais, permitindo assim a diminuição dos obstáculos à produtividade.
2. *Seiton* (Arrumação): Refere-se à disposição dos produtos e materiais numa ordem que permita o fluxo de trabalho, de forma a manter um espaço organizado, possibilitando a eliminação de movimentos desnecessários.
3. *Seiso* (Limpeza): Designa a necessidade de manter o espaço de trabalho o mais limpo possível.
4. *Seiketsu* (Normalização): Criar normas que todos devem cumprir. Tudo deve ser devidamente documentado, sendo a gestão visual fundamental para facilitar o entendimento de cada norma.
5. *Shitsuke* (Disciplina): Manutenção e revisão dos padrões implementados.

2.1.2.3. *Standard Work* (Trabalho Padronizado)

Standard Work ou trabalho padronizado é um conceito de elevada importância da filosofia *lean*, sendo responsável pela uniformização de processos, possibilitando um fluxo contínuo de produção.

Segundo Suzaki (2010), para a correta implementação desta ferramenta é fundamental o envolvimento de todos os colaboradores e ter como premissa para a sua realização três elementos:

- *Takt-time*: é essencial que o processo seja concluído num tempo ligeiramente inferior ao imposto pela entrega ao cliente;
- A sequência de trabalho realizada pelos operadores;
- Redução do WIP.

Coimbra (2013) afirma que o trabalho padronizado é uma ferramenta que tem como objetivo a “eliminação de *muda* e *muri*”.

2.2. Teoria da Resolução Inventiva de Problemas

2.2.1. Introdução à TRIZ

TRIZ é um acrónimo russo que significa “Teoria da Resolução Criativa de Problemas”. Esta metodologia foi criada por Genrich Altshuller em 1946, na ex-URSS (Altshuller, 2004).

Face à presença de tecnologia avançada e, consequentemente ao aumento da competitividade entre as organizações, a capacidade de resolução de problemas é crucial para a sobrevivência de pequenos e grandes negócios. Assim, a utilização do método tentativa-erro ou sessões de *brainstorming* não são suficientes para satisfazer as necessidades existentes (Fey & Rivin, 1997).

Savransky (2000) refere que a metodologia apresentada ainda está numa fase de crescimento, 50 anos após o seu desenvolvimento, devido a questões políticas e económicas vividas na antiga União Soviética, que não permitiram o seu progresso até à presente data. Contudo, verifica-se que atualmente é uma metodologia poderosa para resolução de diferentes problemas que surgem nas organizações.

A utilização da metodologia TRIZ permite de forma sistemática e lógica alcançar soluções para determinados problemas (figura 2.2), traduzindo-se num aumento de produtividade e inovação de produtos nas organizações (Navas, 2013b).

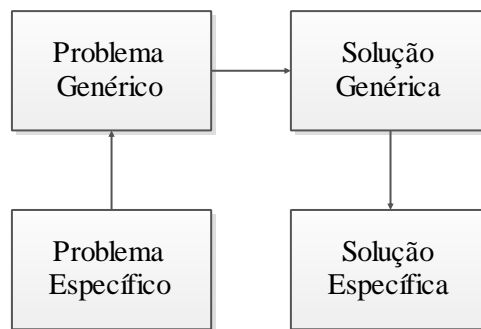


Figura 2.2 – Etapas para Resolução de Problemas

(adaptado de Navas & Machado, 2015)

Altshuller dedicou parte da sua vida ao estudo de mais de um milhão de patentes, tendo descoberto que a maioria dos problemas técnicos identificados são resolvidos utilizando apenas alguns princípios de invenção (Navas, 2013a). Após sistematizar as soluções identificadas, dividiu-as em cinco níveis (Souchkov, 2007):

- Nível 1 – Soluções de rotina utilizando métodos bem conhecidos na respetiva área da especialidade (representa cerca de 30% da totalidade das soluções).

Exemplo: Conduzir um carro de forma económica encontrando o rácio entre a velocidade e o consumo de combustível.

- Nível 2 – Pequenas correções em sistemas existentes recorrendo a métodos conhecidos na indústria (representa cerca de 45% da totalidade das soluções).

Exemplo: Melhorar o perfil geométrico de um pneu de modo a garantir uma melhor tração com o piso.

- Nível 3 – Melhorias importantes que resolvem contradições em sistemas típicos de um dado ramo industrial (representa cerca de 20% da totalidade das soluções).

Exemplo: A função “ver através” baseado no princípio “emissão raio-X”, pode ser usada não apenas para motivos medicinais, mas também para outro tipo de aplicações em diferentes mercados (testes não-destrutivos em construções, sistemas de segurança em aeroportos, entre outros).

- Nível 4 – Soluções baseadas na aplicação de novos princípios científicos (representa cerca de 4% da totalidade das soluções).

Exemplo: O primeiro painel solar fotovoltaico que apresenta como função gerar eletricidade através do princípio de efeito fotovoltaico.

- Nível 5 – Soluções inovadoras baseadas em descobertas científicas não anteriormente exploradas (representa cerca de 1% da totalidade).

Exemplo: Criação do raio-X, catalisador químico e efeito fotovoltaico.

2.2.2. Características TRIZ

Savransky (2000) define TRIZ como uma metodologia sistemática baseada no conhecimento e orientada para o ser humano, permitindo a resolução inventiva de problemas.

A TRIZ é baseada no conhecimento uma vez que:

- O conhecimento acerca da resolução genérica de problemas é baseado no estudo de um vasto número de patentes em diferentes campos de engenharia;
- Utiliza conhecimento de efeitos descobertos em ciências naturais e de engenharia;

- Faz uso do conhecimento relativo à área onde o problema ocorre. Inclui informação acerca de técnicas, sistemas e processos.

É orientada para o ser humano:

- As heurísticas utilizadas pela TRIZ foram criadas para o uso humano e não para uso computacional. Esta metodologia é eficaz na solução conceptual de problemas, onde na atualidade e com a tecnologia disponível o computador não consegue competir com o ser humano.

É sistemática dado que:

- Contém métodos estruturados para orientar a resolução de problemas;
- Considera modelos de situações problemáticas, solução para esses problemas e o processo de solução como sistemas.

A TRIZ é orientada para a solução inventiva de problemas uma vez que:

- É direcionada para a resolução de uma classe específica de problemas, nas quais existem contradições;

Embora a TRIZ seja definida como uma metodologia, é possível considerá-la como uma filosofia, uma ciência ou como um estudo de excelência.

2.2.3. Conceitos fundamentais

Os principais conceitos aplicados à metodologia TRIZ são: contradição, recursos, idealidade e padrões de evolução.

2.2.3.1. Contradição

Um dos conceitos fundamentais da TRIZ é a eliminação das contradições existentes. Sempre que há um conflito no sistema existe uma contradição (Rantanen & Domb, 2002). É possível identificar três tipos de contradições: contradições técnicas, contradições físicas e contradições administrativas (Ilevbare, et al., 2011).

- a) As contradições técnicas ocorrem quando há conflitos entre dois parâmetros, ou seja, a tentativa de melhorar um parâmetro prejudica o outro. Esta contradição sucede quando se cria ou intensifica uma função útil num subsistema, traduzindo-se numa nova função prejudicial ou intensificação de uma função prejudicial já existente noutro subsistema. Ocorre também quando se elimina ou reduz uma função nociva, provocando a deterioração de uma outra função útil noutro subsistema (Ilevbare, et al., 2011).

- b) As contradições físicas ocorrem quando há requisitos inconsistentes para a condição física do mesmo sistema. Esta contradição acontece quando se intensifica uma função útil num subsistema, traduzindo-se na intensificação de uma função negativa existente no mesmo subsistema. Estas verificam-se quando existe uma redução de uma função negativa no subsistema, provocando uma redução da função útil no mesmo subsistema (Ilevbare, et al., 2011).
- c) As contradições administrativas surgem quando se executa um processo, no qual um fenómeno indesejado acompanha um resultado desejado (Ilevbare, et al., 2011).

2.2.3.2. Recursos

Identificar de forma apropriada recursos é um aspeto essencial na metodologia TRIZ. A correta identificação de recursos pode incluir quaisquer aspetos do sistema e do ambiente que estão envolvidos. A TRIZ estabelece a importância em acompanhar de forma sistemática a procura por recursos, focando no entendimento dos requisitos da função da solução a ser encontrada (Gadd, 2011).

De acordo com Savransky (2000) podem ser agrupados em:

- Recursos naturais ou ambientais;
- Recursos do sistema;
- Recursos funcionais;
- Recursos de substância;
- Recursos energéticos/campo;
- Recursos temporais;
- Recursos espaciais;
- Recursos de informação.

De forma a aumentar a idealidade (através da redução dos custos de produção de recursos e redução de danos), os recursos devem ser ordenados preferencialmente da seguinte forma (Savransky, 2000):

- i) Recursos “nocivos” – identificam funções nocivas ou objetos das quais são possíveis retirar benefícios.
- ii) Recursos prontamente disponíveis – identificam recursos livres disponíveis, que podem ser utilizados no seu estado atual.
- iii) Recursos provenientes – identificam os recursos que podem ser obtidos por meio da transformação de recursos livremente disponíveis e que não são úteis nos estados existentes.

iv) Recursos diferenciais – recursos de identidades deriváveis, onde existe diferenças na estrutura ou nas propriedades das substâncias ou campos disponíveis.

2.2.3.3. Idealidade e Padrões de Evolução

Idealidade é a medida utilizada para saber o quão perto um sistema está da sua melhor solução para determinadas condições (Savransky, 2000).

Um dos principais objetivos da TRIZ é o aumento da idealidade. De acordo com a equação 2.1 (Navas, 2014b), é possível alcançar o máximo de idealidade aumentando as funções benéficas de um dado sistema ou reduzindo as funções prejudiciais.

$$\text{Idealidade} = \frac{\Sigma \text{Funções Benéficas}}{\Sigma (\text{Funções prejudiciais} + \text{Custo})} \quad (2.1)$$

Segundo Bligh (2006), a idealidade surge como uma ferramenta de resolução de problemas, assim como um método de análise final de resultados.

O desenvolvimento de sistemas técnicos e processos, normalmente, segue uma determinada ordem. Essa ordem de desenvolvimento foi transposta para padrões de evolução e é útil para o desenvolvimento de soluções e previsão de evolução de determinadas técnicas utilizadas (Rantanen & Domb, 2002).

Segundo Savransky (2000), uma técnica evolui para o aumento da idealidade de duas formas:

A. Evolução da sua vida útil de modo a aumentar a sua idealidade local

Esta evolução é descrita como evolução α . O modo de operação desta técnica, não é alterado mas os parâmetros que a constituem são melhorados. Assim, as funções benéficas aumentam em contrapartida às funções prejudiciais, aumentando, consequentemente, a idealidade. Quando a idealidade de uma técnica é representada graficamente, em função do tempo e de acordo com as diferentes fases de desenvolvimento (nascimento, infância, crescimento, maturidade e declínio), é produzida uma curva em S. Perto do fim do seu tempo de vida, a idealidade da técnica tende a aproximar-se do limite, tornando-se difícil sugerir mais melhorias (figura 2.3) (Gadd, 2011) (Savransky, 2000).

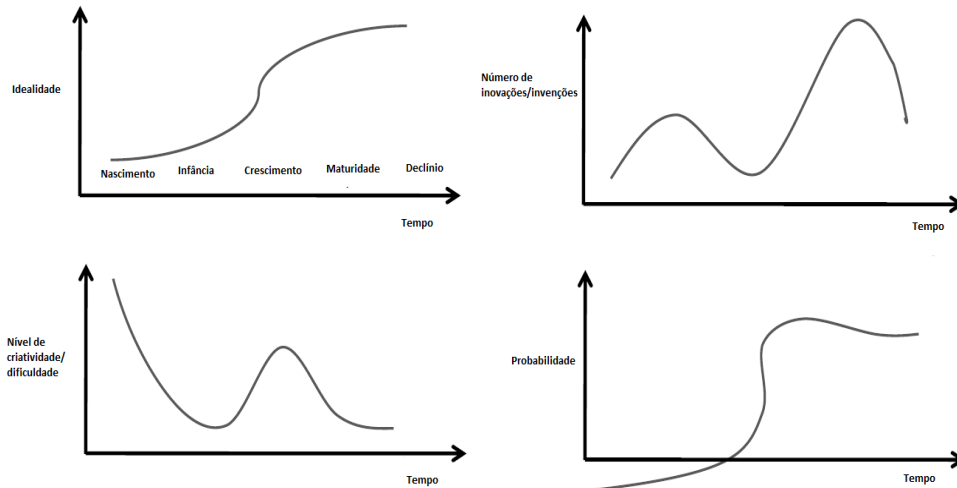


Figura 2.3 - Evolução α

(adaptado de Savransky, 2000)

B. Evolução pela transição para outra técnica

Esta evolução é descrita como a evolução β . Este tipo de evolução ocorre quando a técnica aproxima-se do seu fim de vida e não é possível melhorar mais a sua idealidade. De acordo com a figura 2.4, através de uma solução inventiva, é possível que a transição para uma nova técnica seja concluída. Apesar desta transição, a função primária da técnica mantém-se, embora o modo como é atingida seja diferente. Desde a fase de nascimento da nova técnica, esta pode ter uma idealidade maior que a anterior ou pode apresentar uma idealidade mais reduzida, traduzindo-se numa potencial melhoria do sistema anterior (Gadd, 2011) (Savransky, 2000).

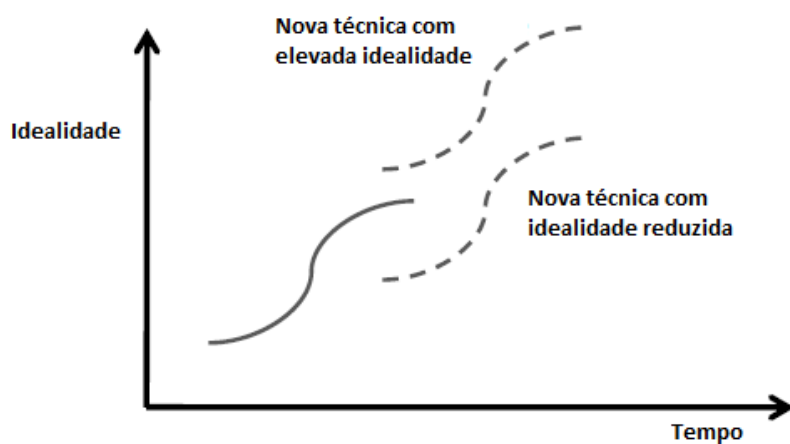


Figura 2.4 - Evolução β

(adaptado de Savransky, 2000)

Existem oito tendências distintas que guiam a evolução de uma técnica e cada uma delas é dividida em diferentes linhas de evolução (Ilevbare, et al., 2011):

- Menor envolvimento humano através da maior automação;
- Aumento do dinamismo, flexibilidade e controlo;
- Compatibilidades e incompatibilidades: o sistema evolui para cumprir todas as funções necessárias de forma mais eficaz;
- Desenvolvimento de componentes não uniformes: algumas partes do sistema desenvolvem-se mais rapidamente do que outras;
- Aumento da segmentação e utilização de todos os campos: utilização progressiva de peças menores até, devido à sua reduzida dimensão, terem um efeito de campo;
- Simplicidade – Complexidade – Simplicidade: um padrão de repetição, onde um sistema começa por ser simples, aumenta em complexidade e é novamente simplificado;
- Aumento da idealidade: mais benefícios são alcançados enquanto os custos e os danos diminuem;
- Etapas de evolução: os sistemas recém-inventados melhoram lentamente, seguindo-se um rápido aumento na idealidade até ao limite onde novos sistemas são necessários;

2.2.4. Inércia Mental

Navas (2015) refere que quando se está numa fase de procura de novas ideias para a resolução de problemas, a inércia mental pode ser um fator negativo, uma vez que limita o processo criativo.

A metodologia TRIZ propõe três ferramentas que permitem ajudar a ultrapassar a inércia mental: pensamento de janelas múltiplas, dimensão-tempo-custo e modelação com pequenos seres inteligentes.

A técnica de “Pensamento de Janelas Múltiplas”, através de uma tabela com 9 entradas (tabela 2.1), permite representar o supersistema, o sistema em si e subsistema, cada um deles no passado, presente e futuro. A abordagem considerada permite eliminar problemas, podendo conduzir ao desenvolvimento de soluções mais inovadores (Navas, 2015).

Tabela 2.1 – Técnica de “Pensamento de Janelas Múltiplas”

(Adaptado de Navas, 2015)

	Passado	Presente	Futuro/Previsão
Supersistema			
Sistema			
Subsistema			

Outra técnica utilizada para ultrapassar a inércia mental é a técnica “Dimensão-Tempo-Custo”. Para utilizar esta técnica de forma correta é necessário realizar uma análise mental dos efeitos

do aumento ou diminuição das dimensões dos parâmetros do sistema em análise (ver tabela 2.2). Uma utilização correta desta técnica permite a exploração de novas ideias, obrigando os utilizadores a abandonarem as imposições lógicas existentes e a ultrapassarem as restrições metais (Navas, 2015).

Tabela 2.2 - Técnica de " Dimensão-Tempo-Custo"

(Adaptado de Navas, 2015)

	Dimensões	Tempo	Custo
Aumento			
Diminuição			

A técnica “Modelação com Pequenos Seres Inteligentes” representa os conflitos encontrados no sistema em análise. Esta técnica pode ajudar no desenvolvimentos de novos princípios de operação, novos conceitos de projeto ou novas capacidades funcionais através de uma “luta” entre pelo menos 2 grupos de “pequenos seres” (Navas, 2015).

2.2.5. Ferramentas Principais da TRIZ

2.2.5.1. Princípios de Invenção e Matriz de Contradições

Uma das ferramentas mais utilizadas pela metodologia TRIZ é a matriz de contradições. Esta matriz é constituída por 40 princípios inventivos (tabela 2.3) e 39 parâmetros de engenharia (tabela 2.4) (Navas, 2013b). Todos estes parâmetros podem ser utilizados ou pode-se excluir aqueles que não têm aplicação para o caso em estudo.

Os princípios inventivos são heurísticas ou propostas de potenciais soluções para um determinado problema. Os princípios considerados foram obtidos através da generalização e agrupamento de soluções repetidamente utilizadas na criação, desenvolvimento e melhoria de sistemas técnicos em diferentes áreas (Carvalho & Back, 2001).

Tabela 2.3 - Princípios Inventivos

Nº	Princípio Inventivo	Nº	Princípio Inventivo
1	Segmentação	21	Aceleração
2	Remoção	22	Transformação do prejuízo em lucro
3	Qualidade localizada	23	Feedback
4	Mudança de simetria	24	Intermediação
5	União ou consolidação	25	Autosserviço
6	Universalização	26	Cópia

7	Alinhamento	27	Objetos descartáveis
8	Contrapeso	28	Substituição dos meios mecânicos
9	Compensação prévia	29	Pneumática e hidráulica
10	Ação Prévia	30	Membranas flexíveis e filmes finos
11	Proteção Prévia	31	Materiais porosos
12	Equipotencialidade	32	Mudança de cor
13	Inversão	33	Homogeneização
14	Recurvação	34	Descarte e regeneração
15	Dinamização	35	Mudança de parâmetros e propriedades
16	Ação parcial	36	Mudança de fase
17	Outra dimensão	37	Expansão térmica
18	Vibração mecânica	38	Oxidantes fortes
19	Ação periódica	39	Atmosferas inertes
20	Continuidade de ação útil	40	Materiais compostos

Os parâmetros de engenharia correspondem a grandezas genéricas, presentes em problemas técnicos de diferentes áreas. As contradições existentes no problema original devem ser traduzidas em termos de um primeiro parâmetro de engenharia, o qual se deseja melhorar, e de um segundo que, em contrapartida, piora em função da melhoria do primeiro (Carvalho & Back, 2001).

Tabela 2.4 - Parâmetros de Engenharia

Nº	Parâmetro de Engenharia	Nº	Parâmetro de Engenharia
1	Peso do objeto móvel	21	Potência
2	Peso do objeto imóvel	22	Perda de energia
3	Comprimento do objeto móvel	23	Perda de substância
4	Comprimento do objeto imóvel	24	Perda de informação
5	Área do objeto móvel	25	Perda de tempo
6	Área do objeto imóvel	26	Quantidade de substância
7	Volume do objeto móvel	27	Confiabilidade
8	Volume do objeto imóvel	28	Precisão de medição
9	Velocidade	29	Precisão de fabricação
10	Força	30	Fatores prejudiciais que afetam o objeto
11	Esforço ou Pressão	31	Fatores prejudiciais gerados pelo objeto
12	Forma	32	Facilidade de fabricação
13	Estabilidade da composição do objeto	33	Facilidade de operação
14	Resistência	34	Facilidade de reparo
15	Duração da ação do objeto móvel	35	Adaptabilidade ou versatilidade
16	Duração da ação do objeto imóvel	36	Complexidade do objeto
17	Temperatura	37	Dificuldade de detecção e medição
18	Intensidade / brilho da iluminação	38	Grau de automação
19	Energia gasta pelo objeto móvel	39	Produtividade
20	Energia gasta pelo objeto imóvel		

A consulta da matriz de contradições inicia-se identificando, nas linhas, os parâmetros a serem melhorados e, por conseguinte, nas colunas, os parâmetros que irão piorar.

2.2.5.2. Análise Substância-Campo

A análise Substância-Campo é uma ferramenta que apoia na identificação de problemas num sistema técnico e encontra soluções inovadoras para esses mesmos problemas. Esta ferramenta é considerada como uma das mais importantes da metodologia TRIZ, apresentando a capacidade de modelar um sistema através de uma abordagem gráfica.

Para definir um sistema técnico, utilizando a análise Substância-Campo, é necessário e suficiente, a presença de um campo e duas substâncias (figura 2.5).

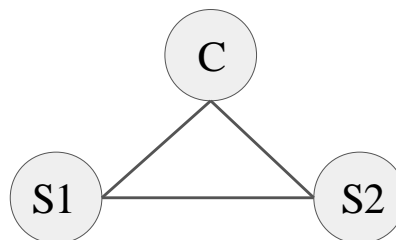


Figura 2.5 - Diagrama Elementar da Análise Substância-Campo






O termo Substância (“S”) é utilizado na TRIZ para referir um objeto material de qualquer nível de complexidade. A Substância pode ser um elemento único (parafuso, porca, chavena, entre outros) ou um sistema complexo (carro, aeronave, hardware, entre outros). Uma substância age sobre outra substância para fornecer uma função. A função fornecida devido à interação entre substâncias pode ser benéfica, suficiente, insuficiente, ausente ou prejudicial (Savransky, 2000).

Usualmente, o Campo (“C”) que atua sobre as Substâncias pode ser: mecânico, térmico, químico, elétrico e magnético (Navas, 2014a).

Após ser identificado o tipo de problema, é possível localizar e aplicar a solução padrão mais relevante para corrigir quaisquer problemas, alterando, removendo ou adicionando substâncias ou campos.

Para a construção dos modelos Substância-Campo, utiliza-se a seguinte simbologia descrita na tabela 2.5.

Tabela 2.5 - Notação Utilizada nos Modelos de Substância-Campo

Aplicação	
Efeito desejado	
Efeito desejado insuficiente	
Efeito prejudicial	
Transformação do modelo	

A metodologia TRIZ sugere as seguintes etapas para a implementação da análise Substância-Campo (Navas, 2014a; Navas, 2014b):

- Identificação dos elementos disponíveis;
- Construção do Modelo Substância-Campo e identificação da situação problemática;
- Escolha de uma solução genérica (Solução-Padrão);
- Desenvolvimento da solução concreta.

Existem quatro modelos básicos de Substância-Campo:

1. Sistema completo (figura 2.5)
2. Sistema incompleto (figura 2.6). É necessário completar o sistema existente ou fazer um novo.

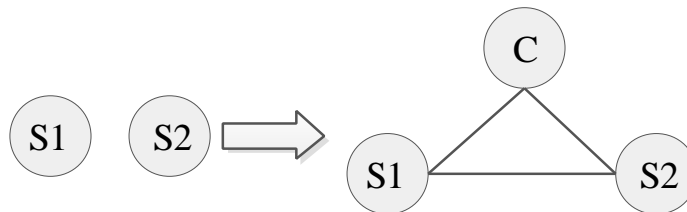


Figura 2.6 - Sistema Incompleto

3. Sistema completo, insuficiente ou ineficiente (figura 2.7). É necessário modificar S1, S2, C ou utilizar uma nova substância, de modo a melhorar o sistema para criar o efeito desejado.

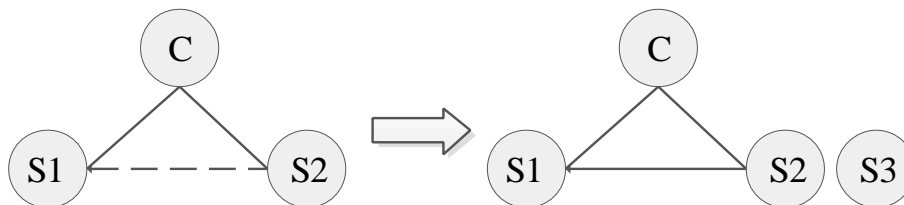


Figura 2.7 - Sistema Completo, Insuficiente ou Ineficiente

4. Sistema completo com efeito prejudicial (figura 2.8). Existe um efeito negativo que é preciso eliminar, criando um novo campo com uma nova substância.

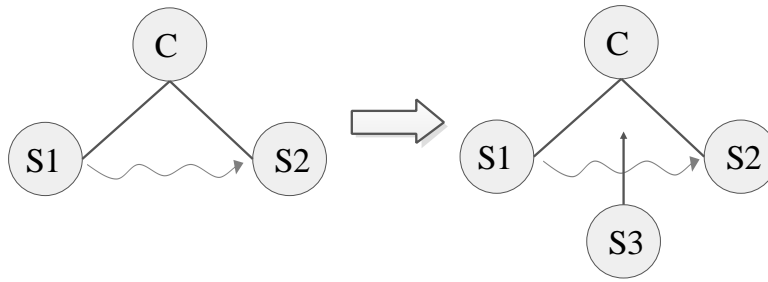


Figura 2.8 - Sistema Completo com Efeito Prejudicial

A análise Substância-Campo apresenta 76 soluções-padrão distribuídas em 5 classes (Miller, et al., 2001):

Classe 1 – Melhoria de um sistema com nenhuma ou pequenas alterações (13 soluções)

Classe 2 – Melhoria de um sistema através da alteração do próprio sistema (23 soluções)

Classe 3 – Transição de um sistema (6 soluções)

Classe 4 – Medição e detecção de alguma coisa dentro de um sistema (17 soluções)

Classe 5 – Estratégias para simplificação e melhoria de um sistema (17 soluções)

As 76 soluções-padrão podem ser condensadas e generalizadas em 7 Soluções Gerais (Navas & Machado, 2015):

Solução Geral 1 – Completar um modelo Substância-Campo que se encontre incompleto (figura 2.9).

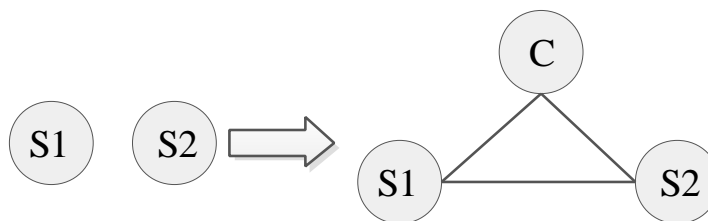


Figura 2.9 - Solução Geral 1

Solução Geral 2 – Modificar a substância S1 para reduzir/eliminar o impacto negativo ou para melhorar/produzir o impacto positivo (figura 2.10).



Figura 2.10 - Solução Geral 2

Solução Geral 3 – Alterar a substância S2 de forma a reduzir/eliminar o impacto negativo ou para melhorar/produzir o impacto positivo (figura 2.11).

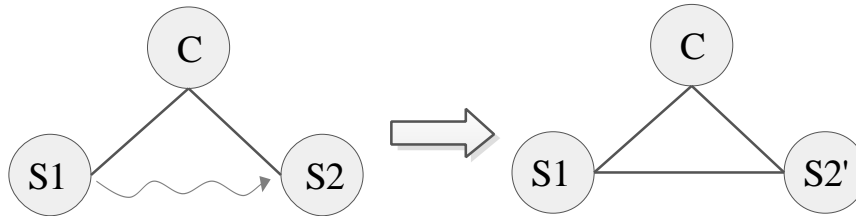


Figura 2.11 - Solução Geral 3

Solução Geral 4 – Modificar o campo C para reduzir/eliminar o impacto negativo ou então para melhorar/produzir o impacto positivo (figura 2.12).



Figura 2.12 - Solução Geral 4

Solução Geral 5 – Eliminar, neutralizar ou isolar o impacto negativo utilizando outro campo (C') que interaja com o sistema (figura 2.13).

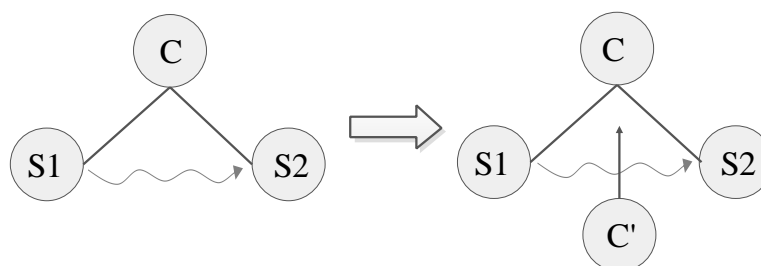


Figura 2.13 - Solução Geral 5

Solução Geral 6 – Introduzir um novo campo positivo (figura 2.14)

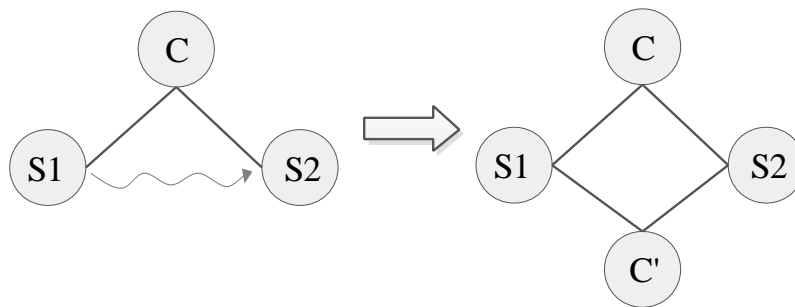


Figura 2.14 - Solução Geral 6

Solução Geral 7 – Expandir um modelo Substância-Campo existente para um novo sistema em cadeia (figura 2.15).

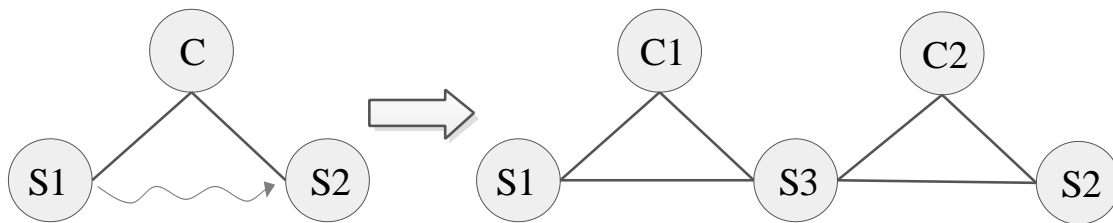


Figura 2.15 - Solução Geral 7

2.3. Técnicas de Apuramento das Necessidades do Cliente

O conceito de qualidade aponta para a satisfação das necessidades do cliente e, conseqüentemente, quanto maior for a qualidade garantida maior a satisfação por parte do mesmo (Juran & Godfrey, 1998).

Face aos diferentes acontecimentos históricos verificados ao longo dos tempos, surge a necessidade por parte das diferentes indústrias de manter ou melhorar a fidelidade dos seus clientes, relativamente aos seus produtos ou serviços. (Pereira & Requeijo, 2012)

Segundo Naumann & Hoisington (2001), um grande número de organizações necessita de reorganizar ou reestruturar de forma periódica a sua gestão. Duas características importantes para que tal ocorra são a inovação e criatividade, que não são restritas no desenvolvimento de produtos, mas também em serviços, estratégias e outras vertentes de gestão. Com as alterações verificadas é necessário que todos os intervenientes se adaptem às novas estruturas e comportamentos implementados durante um determinado período de tempo. Deste modo, e de forma gradual, as alterações tendem a ser cada vez mais frequentes e maiores, possibilitando que a organização se torne mais forte na sua área de negócio.

2.3.1. Modelo de Kano

Para definir atributos específicos de um produto ou serviço, importa definir e entender as necessidades do cliente através de uma análise de mercado. Juran (1989) refere que um cliente é alguém que é afetado por um produto ou processo e pode ser definido como interno ou externo, podendo este ser considerado como pertencente à organização ou não pertencente à organização, respetivamente.

Uma forma mais aproximada de perceber quais as verdadeiras necessidades do cliente a serem correspondidas é através da utilização do modelo de Kano. As mesmas necessitam de ser objetivas, caso contrário devem ser descartadas (Juran & Godfrey, 1998). A utilização deste modelo permite determinar quais as exigências e expectativas do cliente, distinguindo seis tipos de atributos de um produto ou serviço que apresentem influência na satisfação do mesmo (Neto & Takaoka, 2010) (Iata, 2002).

- Atributo necessário – no caso de este atributo não ser preenchido, provocará no cliente uma enorme insatisfação. Atributo considerado como decisivo face ao fator de competitividade.
- Atributo atrativo – requisito que apresenta grande influência junto ao cliente, criando enorme satisfação quando presente. Contudo, no caso de não se conseguir alcançar este atributo, não existirá insatisfação por parte do mesmo.
- Atributo linear – estes atributos são responsáveis por uma satisfação incremental no cliente, ou seja, dependem do peso que o mesmo apresenta num determinado produto ou serviço.
- Atributo indiferente – presença ou ausência deste tipo de atributos não causam impacto para o cliente.
- Atributo contraditório – Atributo que pode estar presente e causar insatisfação ou estar ausente e provocar satisfação.
- Atributo questionável – Resulta de uma formulação das perguntas de maneira inadequada ou de um nível de compreensão do cliente insuficiente.

Na figura 2.16 é possível visualizar de forma gráfica o impacto causado pelos três principais atributos do modelo de Kano.

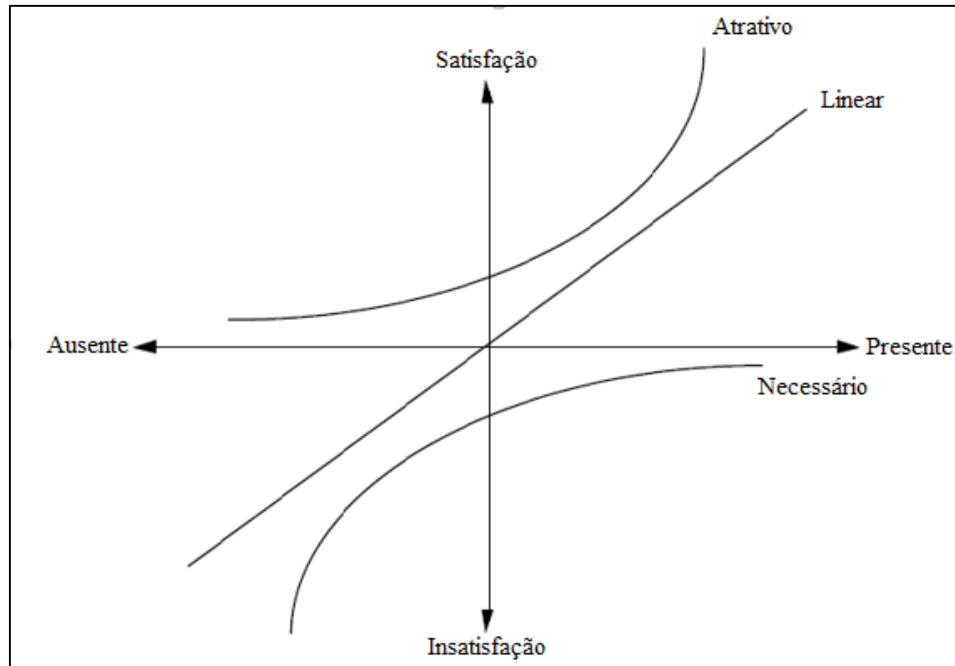


Figura 2.16 – Atributos do Modelo de Kano

(adaptado de Sauerwein, *et al.*, 1996)

Para que seja possível a separação dos atributos nas categorias anteriormente referidas é necessário a criação de inquéritos compostos por duas partes distintas, uma funcional e outra disfuncional. Na parte funcional do inquérito, o inquirido informa qual a sua perceção, numa escala de um a cinco, quanto à presença do atributo em causa. Na parte disfuncional, o inquirido fornece a sua opinião quanto à ausência do atributo (Neto & Takaoka, 2010).

2.4. MTM – *Method Time Measurement*

O *Method Time Measurement* (MTM) consiste num sistema de tempos pré-determinados desenvolvido por *H. B. Maynard* em 1948. Apresenta como base o estudo de tempos e movimentos para melhorar as operações numa linha de produção (Novaski & Sugai, 2002).

Desde 1945, verificou-se um crescimento no interesse deste método, tendo em conta que este permite definir taxas de ocupação de forma rápida e eficaz sem a necessidade de se recorrer a cronómetros ou outro tipo de equipamentos de gravação (Niebel & Freivalds, 2003).

Novaski & Sugai (2002) definem que a utilização desta metodologia analisa os movimentos básicos realizados em qualquer operação manual, associando a cada movimento um tempo pré-determinado que é estipulado pela natureza do movimento e as condições sobre as quais é realizado (Laring, *et al.*, 2002). Com a informação disponibilizada é possível determinar a

capacidade de produção de uma máquina ou de uma linha de montagem. Além deste fator, consegue-se avaliar com maior precisão o espaço necessário e a necessidade de operadores a serem contratados.

Através da decomposição das operações, existe a possibilidade de eliminar movimentos desnecessários e simplificar, racionar ou juntar movimentos necessários, traduzindo-se numa economia de tempos e esforços para os operadores.

No presente, verifica-se uma utilização cada vez maior da ferramenta MTM nas organizações para o balanceamento de linhas de produção, tempos de ciclo e cálculo de indicadores (Laring, et al., 2002). Assim, é possível uma maior eficiência dos processos produtivos de cada organização, traduzindo-se nas seguintes vantagens (Associação MTM Portugal, 2009):

- *Design* de processo compreensível – Redesenhando os processos;
- Desempenho uniforme de referência – Uniformização de conteúdos de trabalho;
- Transparência de informação – Para a manutenção contínua de diferentes métodos e processos;
- Aumento da competitividade – Redução de tempo e custos;
- Prevenção de custos – Através do desenvolvimento sistemático de produtos e métodos, bem como a avaliação antes da realização.

A cada movimento realizado numa operação é atribuído um certo valor de tempo apresentado em *Time Measurement Unit* (TMU). 1 TMU corresponde a 0,00001 horas, e 1 segundo corresponde a 27,8 TMU's.

Com a utilização do MTM é possível evitar desperdícios e acrescentar valor nos processos através das seguintes ações (Associação MTM Portugal, 2009):

- Redução de distâncias;
- Movimentos de corpo;
- Redução de tempo de controlo;
- Ajudas de posicionamento;
- Operações de duas mãos.

O método MTM está em constante desenvolvimento. De seguida, são identificados alguns desenvolvimentos da metodologia MTM que se tem vindo a verificar ao longo do tempo (Associação MTM Portugal, 2009): MTM-1, MTM-SDB, MTM-UAS, MTM-MEK e MTM Logística.

a) **MTM-1** - Metodologia desenvolvida para produção em massa e de grandes séries. A aplicação deste método exige um alto grau de organização do sistema produtivo com uma variação mínima do modo de trabalho. Permite uma descrição pormenorizada dos movimentos realizados pelo operador, identificando com facilidade melhorias a nível de processos (Associação MTM Portugal, 2009).

b) **MTM-SDB** - Desenvolvimento da metodologia MTM-1 e indicado para a produção em série. É constituído por tempos agregados aditivamente, ou seja, em módulos mais condensados. Através da aplicação deste método é possível realizar uma análise mais rápida, mas com uma pequena perda de exatidão (Associação MTM Portugal, 2009).

c) **MTM-UAS** - MTM-UAS é adequado para as características típicas de produção em série. De modo a reduzir o erro associado à condensação dos dados (grandes blocos de tempo) é recomendada a aplicação deste método para tempos de ciclo de 1,5 minutos. Desta forma, as falhas de exatidão são eliminadas estatisticamente pelo grande número de movimentos existentes em cada ciclo. As vantagens da aplicação deste método são: menor volume de dados, simplificação no uso, unidades de tempo mais complexas e compilação de unidades de tempo para processos básicos utilizados na produção em série (Associação MTM Portugal, 2009).

d) **MTM-MEK** - A aplicação desta metodologia é apropriada para sistemas de produção com características de pequenas séries. Neste caso, verificam-se longos ciclos de trabalho, grandes variações no modo de trabalhar e pouca rotina na execução de tarefas.

As áreas onde é aconselhável a aplicação do MTM-MEK são: construção de ferramentas, tarefas de manutenção e trabalhos manuais em pequenas oficinas e oficinas de reparação automóvel (Associação MTM Portugal, 2009)

e) **MTM Logística** - O MTM Logística permite a facilidade no apuramento de tempos dos meios de transporte e de tarefas manuais ligadas aos processos logísticos (Associação MTM Portugal, 2009).

É importante aplicar MTM na logística, uma vez que os processos físicos da mesma, geralmente, não são considerados de forma coerente. Note-se que os processos físicos englobam todos os processos logísticos nos quais o homem intervém de forma operativa.

A aplicação do MTM permite uma contribuição valiosa para a organização, configuração e análise dos processos logísticos (Associação MTM Portugal, 2009).

Com isto a aplicação do MTM na logística apresenta uma forte correlação apresentando algumas vantagens (Associação MTM Portugal, 2009):

- Elevada transparência de dados;
- Processos sequenciais descritos e analisados com clareza;
- Estrutura de dados modular e reproduzível;
- Procedimento analítico
- Excelente capacidade de processamento de dados;
- Rendimento de referência uniforme.

3. CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.1. Schnellecke Portugal Lda.

O desenvolvimento da presente dissertação de mestrado, no âmbito do curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, realizou-se na empresa Schnellecke Portugal Lda., localizada na Quinta da Marquesa, em Palmela, distrito de Setúbal.

A Schnellecke Palmela é parte integrante de um universo de 50 empresas do grupo Schnellecke *Logistics*, contando com 200 trabalhadores. Na figura 3.1 é possível visualizar as diferentes regiões onde o grupo Schnellecke está inserido (Schnellecke Portugal, 2008).

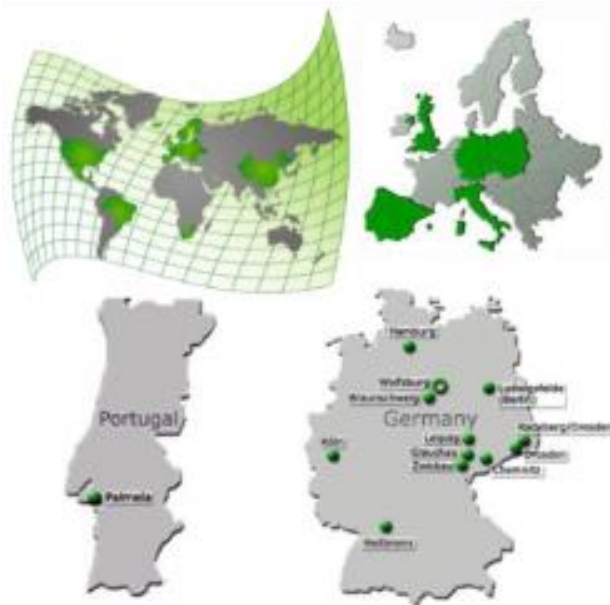


Figura 3.1 – Distribuição Geográfica da Schnellecke *Logistics*

A Schnellecke é uma das empresas líderes de mercado na área de serviços logísticos, uma vez que contribui para o sucesso dos seus clientes através do desenvolvimento e implementação de soluções logísticas e melhoria de atividades de valor acrescentado.

A Schnellecke Palmela está organizada em três áreas de negócio: produção, logística e transporte, tal como esquematizado na figura 3.2.

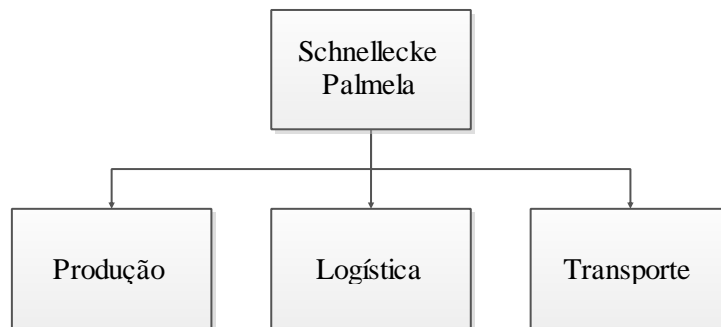


Figura 3.2 - As Três Áreas de Negócio da Schnellecke Palmela

1. **Produção** - Na área de produção realiza-se a montagem de subconjuntos através de processos de soldadura e produção de perfis para alguns modelos automóvel (Schnellecke Portugal, 2008).
2. **Logística** - A logística realizada pela Schnellecke pretende garantir a gestão completa do fornecimento de bens para diferentes tipos de indústria. Além disto, também é realizado o processo de embalar ou reembalar peças para automóveis de modo a proteger o produto final de se degradar devido a condições meteorológicas ou mecânicas que se possam verificar durante o transporte (Schnellecke Portugal, 2008).
3. **Transporte** - O foco da Schnellecke centra-se na compreensão do planeamento, organização e transporte especializado. A organização possui a sua própria frota equipada com a tecnologia mais avançada em sistemas de comunicação, de modo a prestar um nível de serviço elevado (Schnellecke Portugal, 2008).

3.1.1. Missão, Visão e Valores

O objetivo da organização é alcançar a liderança mundial de prestação de serviços logísticos de valor acrescentado na indústria automóvel através da realização de projetos utilizando a filosofia lean. Os processos e estruturas transparentes orientados para o cliente, assim como a proatividade na melhoria contínua, são a garantia de um crescimento rentável. Para o sucesso da organização, a mesma distingue a cooperação como base para o respeito e trabalho em equipa (Schnellecke, 2015).

3.1.2. Áreas Funcionais

As áreas funcionais da Schnellecke são (Schnellecke, 2015):

- **Direção Geral:** Responsável máximo do grupo Schnellecke Portugal. É da sua responsabilidade toda a gestão de recursos humanos, técnicos e financeiros. Assegura a implementação do plano estratégico do grupo.
- **Contabilidade e Tesouraria:** Responsável pela gestão e controlo de custos, investimentos e gestão da área financeira da Schnellecke. Assegura a tesouraria, contabilidade geral, documentação jurídica da sociedade e reconciliação bancária;
- **Recursos Humanos:** Assegura o enquadramento das políticas nas orientações estabelecidas pela direção, a comunicação de necessidades entre os vários níveis hierárquicos da organização e o processamento de salários. É responsável pela área administrativa e por projetos de formação, recrutamento e segurança;
- **Qualidade operacional:** Garante que os produtos fornecidos cumprem os requisitos dos clientes, que a nível da Qualidade que a nível de especificações;
- **Segurança:** Responsável pela gestão e coordenação das atividades de Segurança Operacional;
- **Tecnologias de Informação:** Gestão, planeamento e coordenação das atividades de Segurança Operacional;
- **Engenharia Produto:** Responsável pela verificação de peças de acordo com as especificações, bem como responsável pela análise, implementação e *follow-up* dos requisitos do cliente e fornecedor;
- **Engenharia de Processo Produtivo:** Assegura que o processo produtivo permita um fornecimento de produto acabado, sem defeitos ao cliente;
- **Engenharia de Processo Logístico:** Desenvolvimento e coordenação das atividades, de forma a cumprir os objetivos de implementação de projetos de melhoria e novos projetos. Garante o apoio técnico à operação e qualidade nas áreas operacionais.

Na figura 3.3, é apresentado o organograma da Schnellecke Palmela.

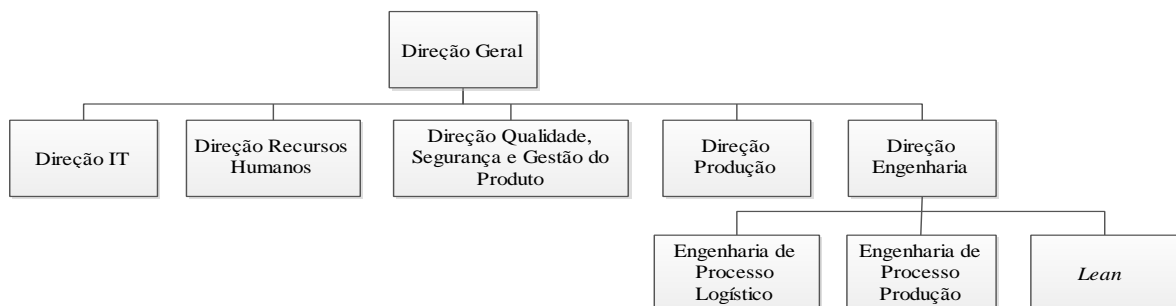


Figura 3.3 – Organograma da Schnellecke Palmela

3.2. Análise do Sistema Atual

Na presente secção da presente dissertação todas as designações reais de modelos automóveis, referências de matéria-prima e produto acabado foram retiradas por razões de confidencialidade. Contudo, as mesmas foram identificadas com nomes ilustrativos para um melhor entendimento do estudo realizado. Adicionalmente, existem zonas produtivas da zona A, que pelo motivo supracitado não podem ser apresentadas.

3.2.1. Caracterização das Áreas Produtivas

De forma a um melhor entendimento do presente caso de estudo, considera-se que as áreas de produção da organização, daqui em diante, dividem-se em duas zonas principais: zona A e zona B. Na zona A são realizadas as operações de sequência das espumas e tecidos dos bancos para os modelos automóveis S1 e S2. Este processo ocupa cerca de 85% desta área. Na restante área realizam-se os processos de sequência do manual de instruções e painéis de portas para o modelo S1.

Na zona B é realizada a montagem de subconjuntos através de processos de soldadura para os modelos automóveis referidos, representando cerca de 71% da área desta zona. Adicionalmente, existe outro processo produtivo realizado na nomeada área. Este é relativo à produção de perfis para o modelo FM.

Para além das zonas descritas anteriormente, importa referir que, aproximadamente, 50% da área total da fábrica está disponível, sendo que a área ocupada varia de acordo com as necessidades da organização. A ocupação de área extra implica o pagamento de uma renda mensal no valor de 6€/m² ocupado.

Na figura 3.4 é apresentado o *layout* geral da organização onde está delimitado a preto a zona A e a vermelho a zona B, de modo a um melhor entendimento das áreas de produção da fábrica abordadas no presente estudo. Ambas as zonas identificadas apresentam uma área de 34000 m².



Figura 3.4 - Layout do Sistema Atual da Schnellecke Palmela

Na figura 3.5 estão representadas as áreas que enquadram a zona B. Nas áreas de armazenamento, a organização do armazém é efetuada com localizações dedicadas para cada referência de matéria-prima e produto acabado. Contudo, salienta-se que pode ser realizado outro tipo de organização através de um armazenamento *agile*. Na primeira situação, cada localização conta apenas com um tipo de referência. Por outro lado, no armazenamento *agile*, cada localização pode ter mais que uma referência desde que esta apresente o mesmo tipo de embalagem, permitindo uma redução de área em relação à utilização de armazenamento com localizações dedicadas.

Ambos os processos de organização de armazenamento estão limitados ao fator de empilhamento de cada tipo de embalagem. O fator de empilhamento é definido pela empresa responsável por todos os tipos de embalagens utilizadas na produção de modelos automóveis S1 e S2.

Para além dos dois tipos de organização de armazém identificados, os contentores de matéria-prima e produto acabado podem ser armazenados em estantes ou através de *blockstorage*. Este último indica que o armazenamento é realizado ao nível do chão de fábrica.

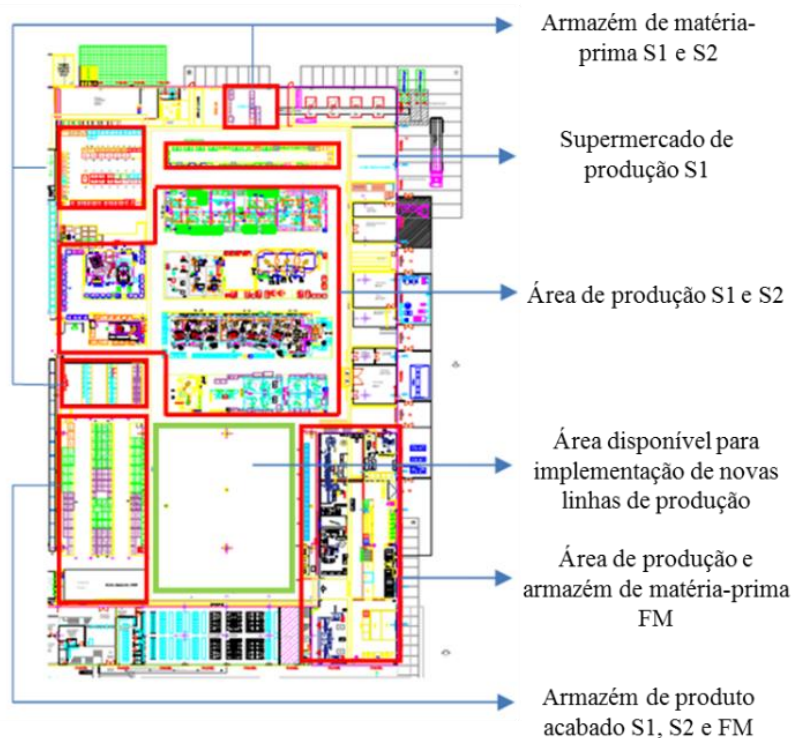


Figura 3.5 - Layout da Zona B do Sistema Atual

O número de localizações de matéria-prima e produto acabado existentes nas respectivas áreas de armazém encontra-se de acordo com o volume de produção atual. Diariamente, são produzidos 500 carros, distribuídos pelos modelos S1 e S2.

No supermercado de produção (SuMa) é realizado um processo de decantação, nomeadamente para as referências de matéria-prima do modelo S1. Este processo consiste na passagem de um determinado número de peças de um contentor de dimensões elevadas (GLT) para uma embalagem com dimensões mais reduzidas (KLT), permitindo que a área ocupada no bordo de linha pela matéria-prima seja menor. A matéria-prima que não sofre o processo de decantação é transportada diretamente para o bordo de linha em GLT, ocupando, consequentemente, uma área maior. Na figura 3.6 é possível visualizar um exemplo de uma GLT e KLT utilizadas na organização.



Figura 3.6 - Tipos de Embalagem: a) GLT 111820; b) KLT 4280

Na figura 3.5, a zona delimitada a verde corresponde à área disponível para implementação das novas linhas de produção do novo modelo automóvel.

A área afeta ao processo produtivo de perfilagem do modelo automóvel FM, engloba o armazenamento de matéria-prima, sendo que a área de armazém do produto acabado é partilhada com os outros modelos existentes.

Na zona A, a área relativa à sequência das espumas e tecidos é reduzida face à elevada área de armazenamento, composta por módulos de estantes. Na figura 3.7, é possível visualizar as três áreas de processo existentes neste espaço, bem como a área de receção e expedição de todos os processos produtivos existentes na organização. Importa salientar que as diferentes áreas identificadas englobam, também as respetivas áreas de armazenamento.

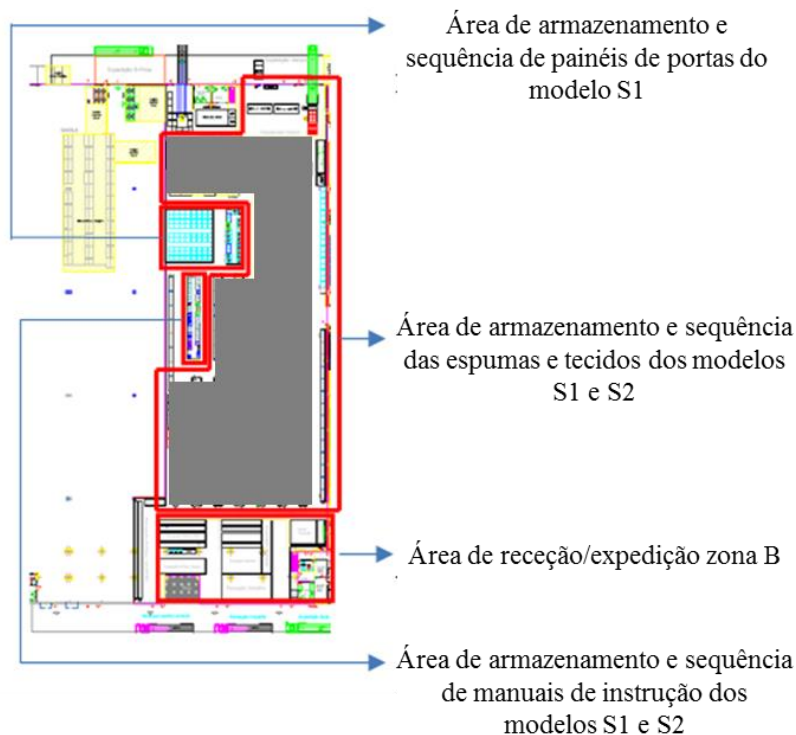


Figura 3.7 - Layout da Zona A do Sistema Atual

3.2.2. Caracterização das Atividades Logísticas

As atividades do processo logístico realizado nas zonas A e B existentes na organização são caracterizadas por quatro etapas (figura 3.8): receção, *put-away*, *picking* e expedição.

- 1) Receção: Fase inicial do processo logístico que consiste na receção de matéria-prima do fornecedor e de *racks* vazias de produto acabado do cliente.

- 2) *Put-away*: Após o processo de recepção de matéria-prima e de *racks* vazias de produto acabado, ambas são transportadas para as suas localizações em armazém. Adicionalmente, a etapa de *put-away* também ocorre no momento em que uma *rack* de produto acabado atinge a sua capacidade máxima no bordo de linha, sendo necessário que a mesma seja transportada para a sua localização no armazém de produto acabado.
- 3) *Picking*: O processo de *picking* possibilita que a matéria-prima seja entregue no bordo de linha em contentor ou no supermercado de produção, sendo que no último caso a mesma é sujeita ao processo de decantação. O *picking* de produto acabado permite transportar a *rack* para a área de expedição.
- 4) Expedição: Zona disponível onde as *racks* de produto acabado e contentores vazios aguardam para serem expedidos para o cliente e fornecedor, respetivamente.

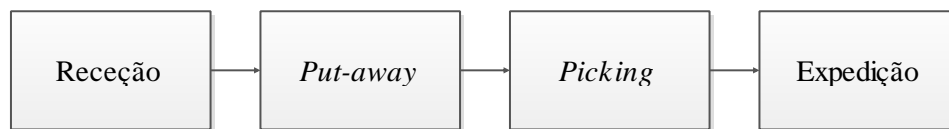


Figura 3.8 – Atividades do Processo Logístico

3.2.3. Análise dos Indicadores de Ocupação dos Operadores

De modo a calcular o balanceamento e taxas de ocupação das atividades logísticas relativas à zona B, na qual vai incidir, na sua maioria, o estudo realizado, foi utilizada a ferramenta MTM. Assim, foi necessário realizar uma análise a todas as matérias-primas dos diferentes processos produtivos da presente zona.

A taxa de ocupação diária (TOD) de um operador é calculada através de três variáveis: tempo despendido por embalagem (TDE), número de movimentos realizados por dia (N) e o tempo útil de produção diária (TUPD).

O tempo despendido por embalagem para uma determinada referência de matéria-prima foi calculado através da ferramenta MTM logística. No anexo I é possível observar o exemplo do cálculo realizado para uma determinada referência de matéria-prima.

O número de movimentos realizados por dia é fornecido pelo departamento *suplly chain*, não sendo necessário proceder ao cálculo do mesmo.

Relativamente ao tempo útil de produção diária, o valor depende do número de turnos laborais existentes, e apresenta o valor de 446 minutos por turno.

Desta forma, para o correto cálculo da taxa de ocupação diária para a realização das atividades logísticas foi utilizada a equação (3.2).

$$TOD (\%) = \frac{TDE \times N}{TUPD} \times 100 \quad (3.2)$$

Para o cálculo da taxa de ocupação do operador no supermercado de produção este valor depende de três variáveis: tempo de processo de decantação por peça (TPD), nível de produção (NP) e tempo útil de produção diária (TUPD).

O tempo do processo de decantação por peça é apresentado, como exemplo, no anexo II e o seu valor foi calculado através da ferramenta MTM-UAS.

O nível de produção considerado para o cálculo realizado foi 500 automóveis e o tempo útil de produção diária de 446 minutos por turno.

Para o cálculo da taxa de ocupação diária dos operadores para o processo de decantação, utilizou-se a seguinte equação (3.3).

$$TOD(\%) = \frac{TPD \times NP}{TUPD} \times 100 \quad (3.3)$$

Na tabela 3.1 é apresentado um resumo dos valores das taxas de ocupação para as diferentes atividades logísticas de cada referência de matéria-prima existentes nos processos produtivos da organização para um turno laboral.

Tabela 3.1 - Taxa de Ocupação dos Operadores das Atividades Logísticas do Sistema Atual

	Operações/Atividades	Taxa de ocupação do sistema atual (%)
Matéria-Prima da Zona B	Receção de contentores cheios	14,51%
	<i>Put-away</i> de contentores cheios	74,53%
	Picking de contentores cheios e vazios	77,65%
	Expedição de contentores vazios	5,27%
Produto Acabado da Zona B	Receção de contentores vazios	39,34%
	<i>Put-away</i> de contentores vazios	46,75%
	<i>Picking</i> vazios + <i>Put-away</i> de contentores cheios	176,71%
	<i>Picking</i> de contentores cheios	113,62%
	Expedição de contentores cheios	29,06%

Processo de decantação (SuMa) do modelo S1	88,01%
Processo logístico do modelo FM	48,92%
Recurso Administrativo	100,00%
Total	814,35%

Como se pode verificar na tabela 3.2, a taxa de ocupação por operador é 90,48% para as atividades logísticas na zona B. Deste modo, são necessários 9 operadores, por turno, para a execução das mesmas.

Tabela 3.2 - Taxa de Ocupação Média por Operador no Sistema Atual

Número de operadores	8,14
Número de operadores reais	9,00
Taxa de ocupação por operador	90,48%

Através da análise dos indicadores de ocupação é possível aferir que com o aumento da produtividade que se verificará, o número de operadores para a realização, de forma eficiente, destas atividades tenderá a ser maior.

4. PROPOSTA DO *LAYOUT* LOGÍSTICO PARA PRODUÇÃO DE NOVOS PRODUTOS

No presente capítulo será realizada uma proposta de um novo *layout* logístico, que surge devido ao aumento da produção face à introdução de um novo modelo automóvel, o modelo T. Deste modo, serão utilizadas diferentes ferramentas e metodologias que pretendem ir ao encontro das necessidades da organização. Face ao exposto, o projeto em estudo terá a designação de projeto NC.

Importa realçar, que as designações reais de modelos automóveis, referências de matéria-prima e produto acabado foram retiradas por razões de confidencialidade. Ainda assim, as mesmas foram identificadas com nomes ilustrativos para um melhor entendimento do estudo realizado. Em virtude do motivo mencionado, existem zonas produtivas da zona A e da zona B que não podem ser apresentadas.

4.1. Metodologia de Estudo e Elaboração do Modelo

A presente fase do projeto NC consiste na proposta de um novo *layout* logístico perante a problemática de défice de área em virtude do aumento da produção que se verificará no ano 2018 através da aplicação de diferentes metodologias.

Numa fase inicial serão identificadas os parâmetros considerados mais importantes para os intervenientes diretos no caso de estudo através da realização de sessões de *brainstorming*. Após a recolha desses parâmetros foram realizados inquéritos utilizando o modelo de Kano para definir de forma mais precisa quais fatores a serem seguidos para resolução do problema existente.

Paralelamente, foi necessário proceder à recolha de toda a informação considerada importante para o dimensionamento da proposta do novo *layout* logístico da organização.

De seguida, iniciou-se o estudo para a procura de uma solução face à problemática em questão, através da utilização da análise Substância-Campo da metodologia TRIZ e da ferramenta 5S da filosofia *lean*. As análises realizadas incidiram sobre a identificação e reorganização das áreas de armazenamento de matéria-prima e produto acabado dos processos produtivos da organização. Com as alterações verificadas foi possível disponibilizar área considerada importante.

Contundo, surge a necessidade de criação de um supermercado de produção face ao constrangimento físico verificado numa das linhas de produção do projeto, uma vez que não é possível alocar todos os contentores do bordo de linha da mesma. Consequentemente é necessário

dimensionar *racks* SuMa de modo a que a entrega de todas matérias-primas se processe de forma eficiente e como o mínimo de desperdício associado.

Por último, através da utilização da ferramenta de estudo de tempos (MTM-UAS e MTM Logística) é calculada a taxa de ocupação por operador para as diferentes atividades logísticas e processos de decantação nos supermercados de produção.

Na figura 4.1, visualiza-se o modelo de desenvolvimento do *layout* logístico executado para o presente caso de estudo.

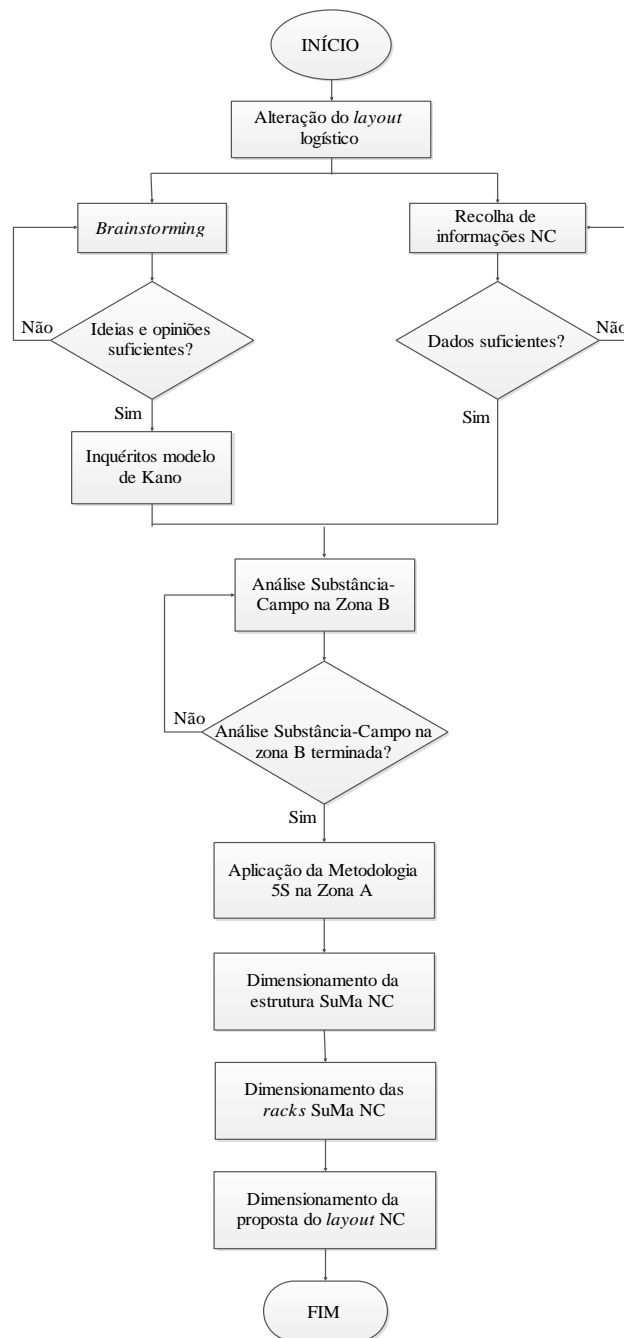


Figura 4.1 - Modelo do Desenvolvimento do *Layout* Logístico

4.2. Identificação dos Requisitos do Projeto NC

Face à envergadura do estudo a realizar, é fundamental garantir a satisfação do cliente. No presente caso, o cliente é interno e é representado por todos os intervenientes diretos na realização e tomada de decisão do projeto NC.

Juran & Godfrey (1998) referem que é importante ir ao encontro, de forma eficiente, das reais necessidades do cliente interno uma vez que o impacto causado pode ser maior em relação a um cliente externo.

Para tal, foram realizados dois *workshops* iniciais que serviram como sessões de *brainstorming*, permitindo que todos os intervenientes diretos do presente projeto contribuíssem com ideias e opiniões. Contudo, a realização dos mesmos não foi suficiente para retirar conclusões concretas acerca das alterações necessárias a efetuar, uma vez que não se alcançou um consenso entre os intervenientes das diferentes áreas de atuação.

A utilização do modelo de Kano mostrou-se uma ferramenta importante, de forma a justificar quais os critérios que deveriam ser ou não ser seguidos. O público-alvo do presente inquérito, bem como da sessões de *brainstorming*, foram os diretores e coordenadores das diferentes áreas da Schnellecke Palmela, entre os quais do departamento de engenharia de processo logístico, engenharia de processo, *lean*, produção, *supply chain*, comercial, compras, recursos humanos e direção geral. Onde cada um dos intervenientes pôde dar a sua opinião de forma imparcial.

O questionário desenvolvido, permitiu determinar quais os fatores considerados mais importantes para o estudo de implementação do novo *layout*, entre eles:

- O armazém de produto acabado deve estar perto da linha de produção;
- O armazém de produto acabado não deve estar perto da linha de produção;
- O armazém de matéria-prima deve estar perto da linha de produção;
- O armazém de matéria-prima não deve estar perto da linha de produção;
- As linhas de produção devem ser alteradas de modo a disponibilizar maior área para armazenamento;
- As linhas de produção não devem ser alteradas de modo a disponibilizar maior área para armazenamento
- Utilizar estantes para armazenamento;
- Não utilizar estantes para armazenamento;
- Implementar supermercado de produção;
- Não implementar supermercado de produção;

- Existência de *stock* de matéria-prima em transporte em vez de *stock* em armazém;
- Não existência de *stock* de matéria-prima em transporte em vez de *stock* em armazém;
- Armazenamento de matéria-prima através de armazém *agile* dividido por tipo de embalagem;
- Não armazenamento de matéria-prima através de armazém *agile* dividido por tipo de embalagem;
- Receção de um maior número de KLT de matéria-prima;
- Não receção de um maior número de KLT de matéria-prima;
- Receção de um maior número de GLT de matéria-prima;
- Não receção de um maior número de GLT de matéria-prima;
- Investimento deve limitar as ações de melhoria;
- Investimento não deve limitar as ações de melhoria;
- Equipamentos (empilhadores) estão adequados às tarefas realizadas;
- Equipamentos (empilhadores) não estão adequados às tarefas realizadas;
- Realizar decantação juntos do bordo de linha devido à receção de matéria-prima através de contentores GLT;
- Não realizar decantação junto do bordo de linha devido à receção de matéria-prima através de contentores GLT;
- É necessário ultrapassar a área disponível na zona B (utilização parcial da zona A);
- Não é necessário ultrapassar a área disponível na zona B (utilização parcial da zona A);

No anexo III é disponibilizada a estrutura do inquérito realizado, que conta com as perguntas realizadas de modo funcional e de uma perspetiva disfuncional. No mesmo anexo, encontra-se a matriz de avaliação de respostas, referente ao inquérito realizado. Através destas tabelas foi possível realizar uma análise mais aprofundada, permitindo obter os resultados que se verificam na tabela 4.1. Para tal é necessário ter em conta o significado dos seguintes indicadores:

- L – Atributo Linear;
- A – Atributo Atrativo;
- O – Atributo Obrigatório;
- I – Atributo Indiferente;
- C – Atributo Contraditório;
- Q – Atributo Questionável.

Tabela 4.1 - Resultados da Aplicação dos Inquéritos de Modelo de Kano

Atributos		L (%)	A (%)	O (%)	I (%)	C (%)	Q (%)	Total (%)	Atributo
Questão 1	Armazém de produto acabado perto da linha de produção	26,7	0,0	0,0	46,7	26,7	0,0	100,0	Indiferente
Questão 2	Armazém de matéria-prima perto da linha de produção	20,0	0,0	6,7	73,3	0,0	0,0	100,0	Indiferente
Questão 3	Alteração das linhas de produção	6,7	6,7	0,0	33,3	53,3	0,0	100,0	Contraditório
Questão 4	Utilização de estantes para armazenamento	6,7	6,7	0,0	86,7	0,0	0,0	100,0	Indiferente
Questão 5	Implementação de supermercado de produção	13,3	6,7	6,7	73,3	0,0	0,0	100,0	Indiferente
Questão 6	Stock de matéria-prima em transporte em vez de armazém	13,3	13,3	6,7	46,7	13,3	6,7	100,0	Indiferente
Questão 7	Utilização de armazém <i>agile</i>	20,0	6,7	0,0	66,7	6,7	0,0	100,0	Indiferente
Questão 8	Receção de um maior número de KLT de matéria-prima	0,0	13,3	6,7	80,0	0,0	0,0	100,0	Indiferente
Questão 9	Receção de um maior número de GLT de matéria-prima	6,7	0,0	0,0	86,7	6,7	0,0	100,0	Indiferente
Questão 10	Investimento deve limitar ações de melhoria	0,0	0,0	0,0	66,7	26,7	6,7	100,0	Indiferente
Questão 11	Equipamentos utilizados adequados às tarefas realizadas	20,0	6,7	13,3	60,0	0,0	0,0	100,0	Indiferente
Questão 12	Decantação de matéria-prima junto ao bordo de linha	13,3	0,0	0,0	40,0	46,7	0,0	100,0	Contraditório
Questão 13	Utilização de área na zona A	20,0	0,0	6,7	60,0	13,3	0,0	100,0	Indiferente

Por observação dos resultados obtidos na tabela 4.1, conclui-se que dois dos treze fatores foram considerados como contraditórios, pelo que se optou, numa fase inicial, por não praticar qualquer tipo de ação sobre os mesmos. Os restantes foram considerados como indiferentes. Deste modo, considerou-se alguma flexibilidade face aos requisitos que serão respeitados na proposta de implementação do *layout* logístico, uma vez que nenhum foi considerado relevante para o cliente interno. Todavia, apesar do fator da utilização da área na zona A ser considerado indiferente, ficou definido pelo gestor de projeto que qualquer análise realizada teria de ser desenvolvida de modo a evitar a utilização de área nesta zona para que não fosse necessário um investimento adicional, numa primeira fase do projeto. Ficou, também, definido, que os contentores de matéria-prima seriam entregues diretamente no bordo de linha. Assim, serão tidas em conta as premissas consideradas.

Para além dos princípios supracitados, é de igual modo importante analisar quais as áreas relativas à zona B que podem ser sujeitas a alterações, de forma a libertar área para a implementação do novo projeto. Desta forma optou-se, numa primeira fase, que as alterações a realizar na zona A e B são apenas ao nível dos armazéns de matéria-prima e produto acabado do sistema atual (figura 4.2).

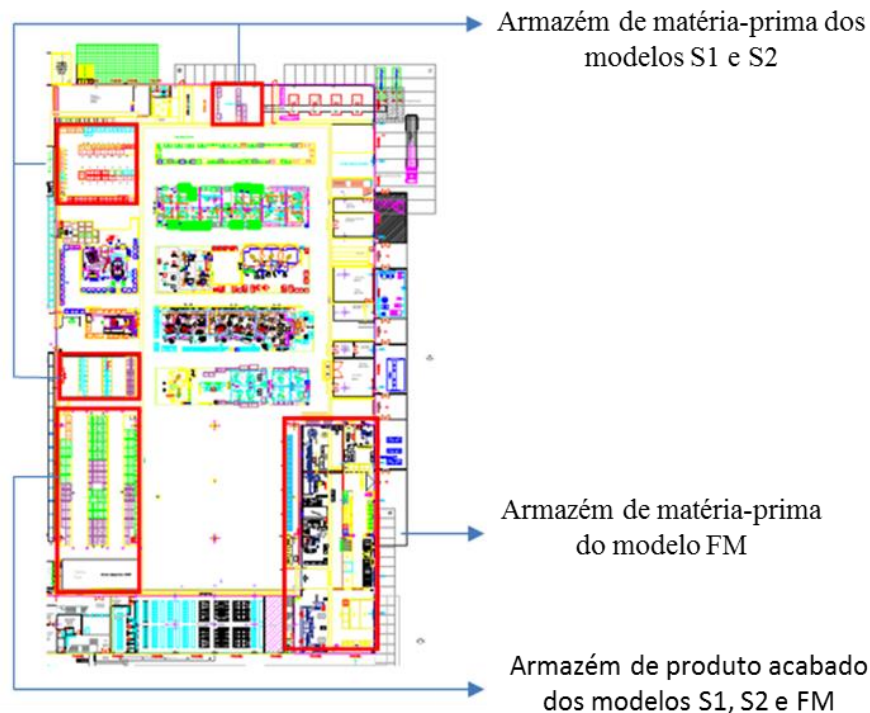


Figura 4.2 - Identificação das Áreas Sujeitas a Alterações

O desenvolvimento dos inquéritos utilizando o modelo de Kano determinou que a alteração das linhas de montagem e a realização de decantação de matéria-prima no bordo de linha poderiam causar diferentes tipos de reação nos intervenientes do projeto NC, pelo que se optou por não realizar qualquer tipo de ação sobre estas.

Importa realçar alguma inércia mental verificada durante o período de realização dos inquéritos por parte dos inquiridos, uma vez que os mesmos não conseguiram demonstrar quais os fatores que considerariam mais ou menos importantes para a realização do presente caso de estudo.

4.3. Recolha de Informação para o Estudo a Realizar

Para determinar a área ocupada pela matéria-prima e produto acabado do projeto NC, é fundamental a recolha e análise de dados considerados importantes para a viabilidade do presente estudo. Na presente secção, todo o material referido pertencente ao projeto NC é identificado doravante por NC.

Como foi referido, é necessário obter informação relativa a algumas características importantes para a execução deste projeto, bem como identificar as referências existentes de matéria-prima e produto acabado relativos ao projeto NC e normas de segurança. Desta forma, a constante comunicação entre os departamentos de engenharia de processo logístico, qualidade, *supply chain* e segurança foi essencial para assegurar um fluxo contínuo de informação.

4.3.1. Informação de Material e Características de Embalagem NC

O departamento de qualidade disponibilizou todas as informações relativas à matéria-prima e produto acabado do projeto NC permitindo determinar quais as matérias-primas que constituem cada referência de produto acabado. Assim, é possível definir a posição das localizações das referências de matéria-prima e produto acabado em função do posicionamento das respectivas linhas de produção do projeto a ser implementado.

A informação relativa ao tipo de embalagem utilizado para as referências de matéria-prima e produto acabado foi facultada pelo departamento de *supply chain*. Consequentemente, foi possível determinar as dimensões de embalagem e fator de empilhamento, bem como o número de contentores necessários em circuito, *stock* e contentores vazios. O número de contentores necessários em armazém é calculado pelo departamento de *supply chain* para o ano 2018. Deste modo, é possível conhecer as reais necessidades da organização quando o volume de produção do projeto NC alcançar o seu máximo de 800 carros por dia. Contudo, o cálculo do número de localizações (NoL) necessárias em armazém é realizado através do quociente entre o número de contentores (NoC) em circuito, *stock* e vazios e o fator de empilhamento (FE) de cada tipo de embalagem. O presente cálculo é realizado pelo departamento de engenharia de processo logístico através da equação 3.4.

$$\text{NoL} = \frac{\text{NoC}}{\text{FE}} \quad (3.4)$$

A análise do documento no anexo IV permite apurar que um elevado número de matéria-prima é rececionada em GLT 111940. A restante é rececionada através de contentores: 522563, 111950, 111902 e 111820. As características deste tipo de contentores podem ser observadas na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Características das GLT de Matéria-prima de Fornecedor

Referência da Embalagem	Dimensões da GLT (comprimento x largura x altura) mm - Exterior	Fator de Empilhamento
522563	1800 x 1200 x 1500	4
111950	1400 x 1200 x 753	4
111940	1200 x 1000 x 758	6
111902	1000 x 600 x 515	6
111820	1200 x 1000 x 756	6

A utilização do contentor 111940 (figura 4.3) apresenta a vantagem em relação aos demais no momento da sua expedição. Quando este se encontra vazio, o mesmo é rebatível ocupando cerca

de 1/3 do seu volume inicial, traduzindo-se num maior número de contentores vazios expedidos, e consequentemente numa redução de custos de transporte.



Figura 4.3 - GLT 111940

Para além da utilização de GLT's, existe matéria-prima rececionada através de KLT's de fornecedor. Este tipo de embalagem apresenta dimensões consideravelmente mais reduzidas em relação às apresentadas anteriormente e, por conseguinte, uma ocupação de menor área. Desta forma, a movimentação manual de carga por parte dos operadores é facilitada. Contudo, o custo de transporte é significativamente maior. Importa, também, referir que não é possível empilhar este tipo de embalagens. Na tabela 4.3 é possível observar os diferentes tipos de KLT rececionadas através dos fornecedores respeitantes ao projeto NC.

Tabela 4.3 - Características das KLT de Matéria-prima de Fornecedor

Referência da Embalagem	Dimensões da KLT (comprimento x largura x altura) mm - Exterior
6280	594 x 396 x 280
6147	594 x 396 x 148
4280	396 x 297 x 280
4147	396 x 297 x 147
3147	297 x 198 x 147

A quantidade de peças que se apresenta em cada tipo de embalagem de matéria-prima (GLT ou KLT) é da responsabilidade de cada fornecedor.

Os contentores de produto acabado são dimensionados, na sua maioria, pela empresa responsável pelo fabrico dos referidos modelos automóveis, apresentado diferentes dimensões devido à forma e estrutura de cada referência de produto acabado. Os dados respeitantes a este tipo de embalagem estão apresentados no anexo V.

Com toda a informação recolhida, é possível determinar concretamente o número de localizações necessárias para cada uma das referências de matéria-prima e produto acabado bem como a área mínima necessária, sem considerar corredores para a movimentação de empilhadores. Desta forma, é necessário disponibilizar 456 m² e 330 m² de área para o armazenamento de matéria-prima e produto acabado, respetivamente.

4.3.2. Normas de Segurança

Para a realização do presente estudo é necessário cumprir algumas regras internas de segurança definidas pelo departamento de segurança de modo a não colocar em perigo operadores e máquinas aquando a movimentação de cargas. Essas regras são:

- O espaço entre contentores necessita de ser pelo menos igual a 10 centímetros;
- O espaço entre contentores e pilares de sustentação do edifício necessita de ser pelo menos 50 centímetros;
- Corredores de circulação de empilhadores necessitam de ter pelo menos 3,9 metros de largura;
- Não ultrapassar o fator de empilhamento definido para cada tipo de contentor;
- Corredor de movimentação do operador necessita de ter pelo menos 80 centímetros de largura.

4.4. Identificação e Resolução de Problemas e Constrangimentos

Na presente secção será realizada uma análise pormenorizada das alterações necessárias a realizar de modo a colmatar a falta de área disponível para armazenamento da matéria-prima e produto acabado do novo modelo a ser introduzido na produção da organização.

4.4.1. Problemas Logísticos na Zona B

Ilevbare, *et al.* (2013) referem que, com o intuito de mapear o sistema a analisar sem acrescentar detalhes desnecessários é utilizada a análise Substância-Campo. Deste modo, pretende-se que todas as alterações a efetuar resultem no menor investimento para a organização, melhorando, se possível, a eficiência dos processos logísticos.

Para o caso em estudo considerou-se como substância 1 (S1) o material para armazenar, como substância 2 (S2) a capacidade de armazenamento e o campo (C) o processo de armazenamento. Contudo, o sistema é insuficiente uma vez que no sistema atual não existe área suficiente para o armazenamento de matéria-prima e produto acabado referente ao projeto NC.

Através das 7 soluções gerais condensadas é possível identificar qual o sistema que se enquadra nesta primeira fase, sendo este modelo Substância-Campo um sistema insuficiente (figura 4.4).

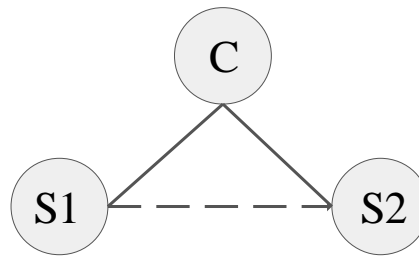


Figura 4.4 - Sistema Insuficiente

Face à necessidade de libertar área na zona B, é necessário introduzir um campo 1 (C1) que será a reorganização do armazém do modelo automóvel FM. De acordo, com as 7 soluções gerais condensadas identifica-se a solução geral 6 como a introdução de um novo campo que visa criar impacto positivo no sistema existente (figura 4.5).

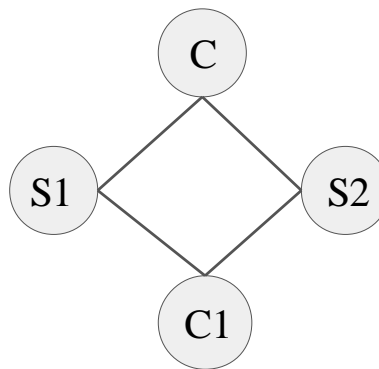


Figura 4.5 - Introdução do Campo 1 (C1)

As alterações realizadas neste armazém ocorreram ao nível da reorganização e aproximação do produto acabado na referida área de produção, uma vez que existiam áreas subaproveitadas. Bem como, a aproximação de matéria-prima às respetivas linhas de produção. Através da reorganização da presente área produtiva foi possível aproximar todo o produto acabado referente à mesma. Na figura 4.6 observam-se as diferenças do antes e após as alterações realizadas no armazém do modelo FM.

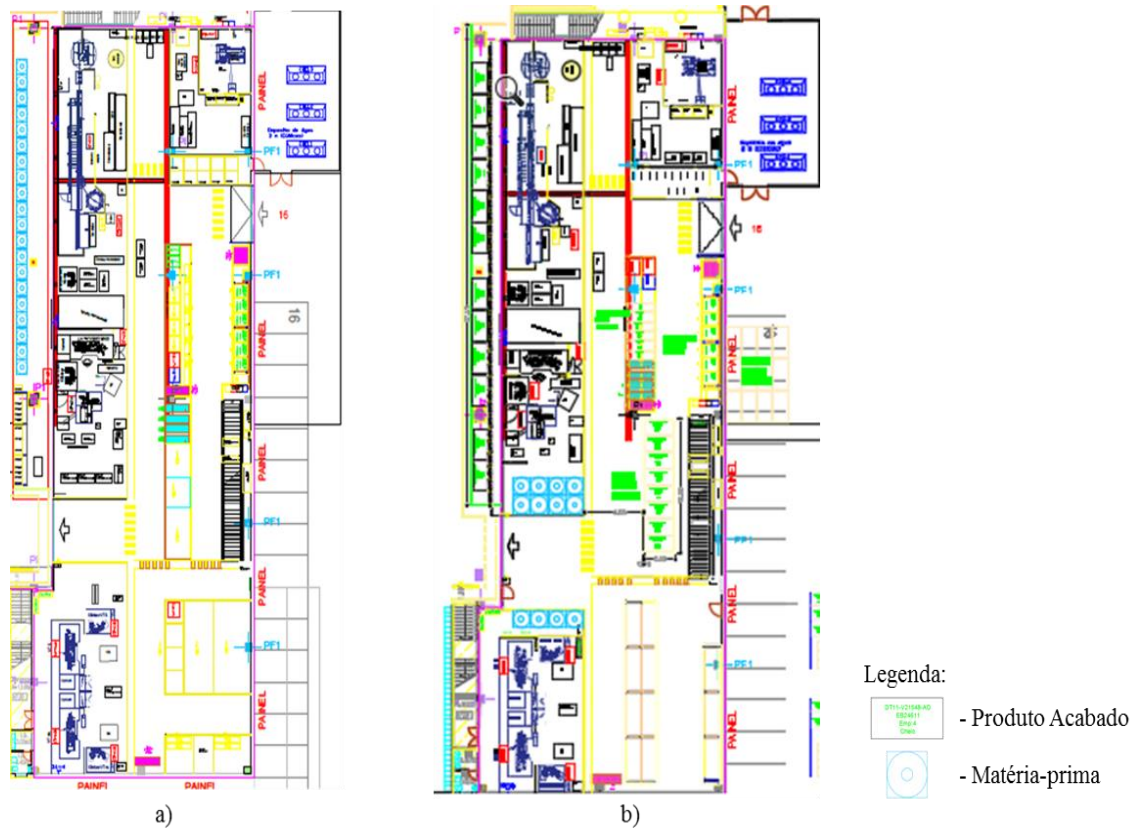


Figura 4.6 - Armazém do modelo FM: a) Antes das alterações; b) Após as alterações

Com esta ação foi possível libertar 157 m², aproximadamente 11.8% da área total da zona B. Contudo, a área libertada continua a ser insuficiente para as necessidades verificadas pela organização.

A introdução de um novo campo (C2) é necessário na medida que é essencial disponibilizar maior área de armazenamento (figura 4.7).

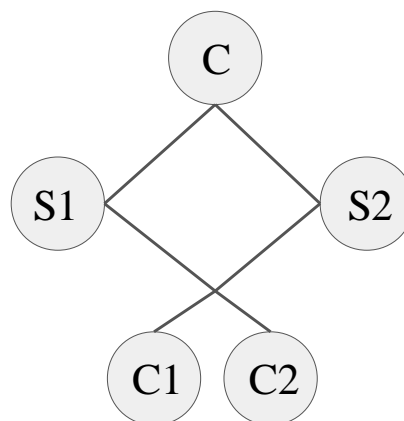


Figura 4.7 - Introdução Campo 2 (C2)

O campo 2 trata-se da reorganização da matéria-prima alocada no supermercado de produção atual referente ao modelo S1. Como o volume de produção dos modelos referidos será reduzido

no ano 2018 face ao volume de produção atual, o número de localizações de contentores reduz de forma significativa em algumas referências, possibilitando que outras referências de matéria-prima, outrora armazenadas em *blockstorage*, ocupem as localizações disponíveis nas estantes SuMa.

Ainda assim, e uma vez que a área definida como necessária para o novo projeto continua a ser insuficiente, procede-se à introdução de um novo campo 3 (C3) que apresenta impacto positivo relativamente ao sistema existente (figura 4.8).

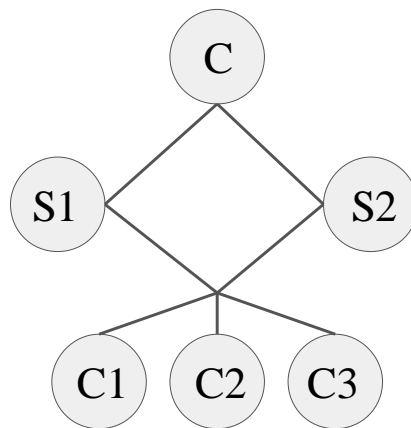


Figura 4.8 - Introdução Campo 3 (C3)

O novo campo inserido (C3) representa a reorganização do armazém de matéria-prima dos modelos existentes. Nesta etapa, é necessário calcular as localizações necessárias de acordo com o volume de produção projetado para 2018. Até à presente data, o armazém de matéria-prima é organizado através de localizações dedicadas, sendo que com esta alteração optou-se por armazenamento tipo *agile*. Através das alterações verificadas no armazém de matéria-prima dos modelos atuais foi possível libertar uma área igual a 613 m², aproximadamente 6,5% da área total da zona B. Desta forma, constatou-se uma redução de 77% relativamente à área ocupada pelo armazém de matéria-prima do sistema atual.

Apesar da redução bastante significativa de área ocupada pela matéria-prima da produção dos modelos atuais, a área disponibilizada continua a ser insuficiente. Como apenas é possível alterar as zonas de armazenamento, realizam-se alterações sobre o armazém de produto acabado dos modelos produzidos atualmente. Será, então, introduzido um novo campo 4 (C4) denominado por reorganização de armazém de produto acabado dos modelos existentes (figura 4.9).

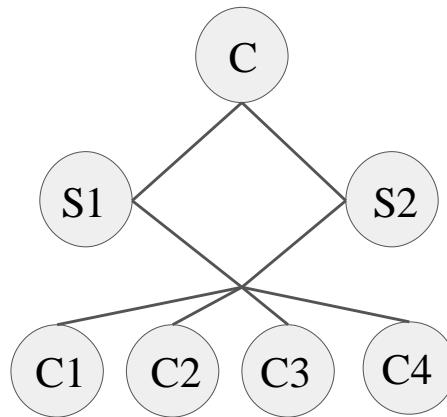


Figura 4.9 - Introdução Campo 4 (C4)

Procede-se de forma análoga à análise realizada com a introdução do campo (C3) onde foi necessário calcular o número de localizações necessárias para o nível de produção de 2018, sendo que neste caso a organização do armazém será realizada com localizações dedicadas e não através de armazém *agile*.

Após uma análise baseada na aplicação Substância-Campo da metodologia TRIZ, não foi possível identificar outras áreas na zona B sujeitas a alterações que satisfizessem as necessidades da organização. Contudo, a área libertada com as mudanças realizadas, aproximadamente 865m², foi bastante significativa para o caso em estudo mas não suficiente tendo em conta que a área necessária para implementação do projeto NC, anteriormente considerada, não contempla corredores de circulação para empilhadores.

Após as alterações realizadas nas áreas de armazenamento dos modelos S1 e S2, foi dimensionado o novo *layout* na zona B, como se pode observar na figura 4.10.

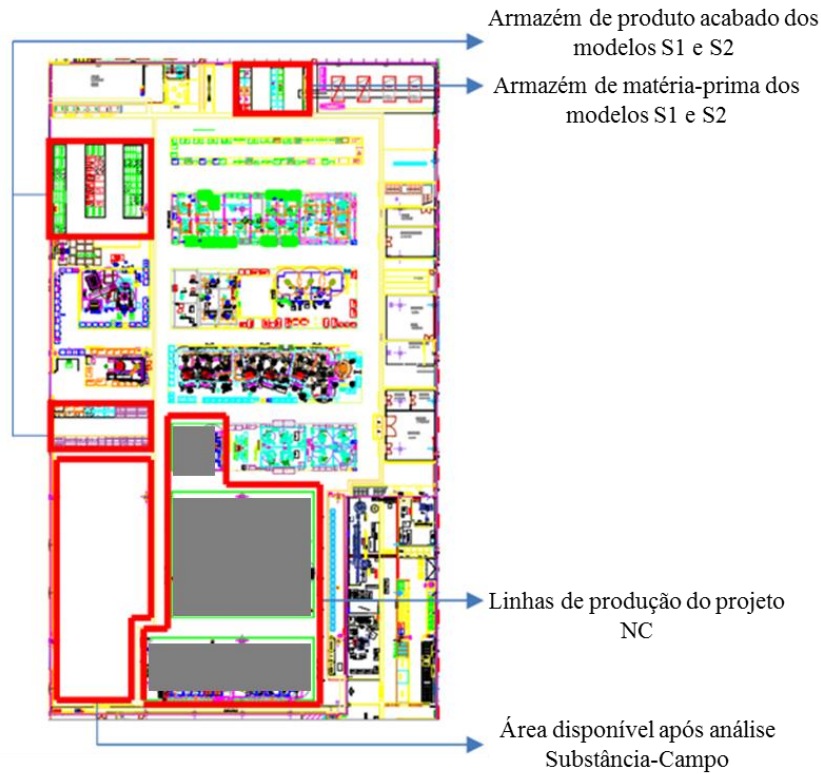


Figura 4.10 - *Layout* da Zona B Após Análise Substância-Campo

Ainda assim, é necessário proceder à introdução de um campo 5 (C5) que será a aquisição 1147 m² na zona A que solucionará o problema existente relativamente ao espaço em falta (figura 4.11).

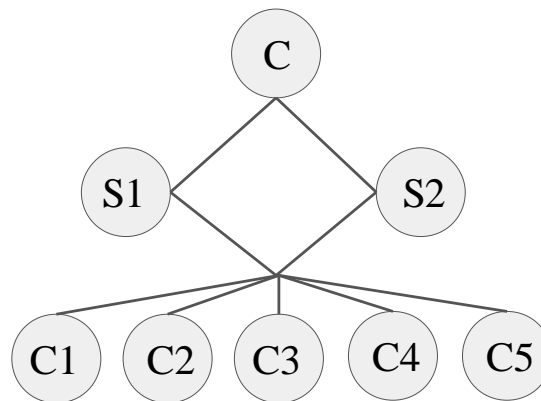


Figura 4.11 - Introdução Campo 5 (C5)

Através da análise realizada em todas as áreas de armazenamento e da área extra necessária adquirir é possível afirmar que estamos perante o sistema completo, onde todos os campos introduzidos visam criar impacto positivo de modo a solucionar o problema inicial.

Na figura 4.12, a área delimitada a vermelho representa a área extra necessária adquirir de modo a satisfazer as necessidades da organização.

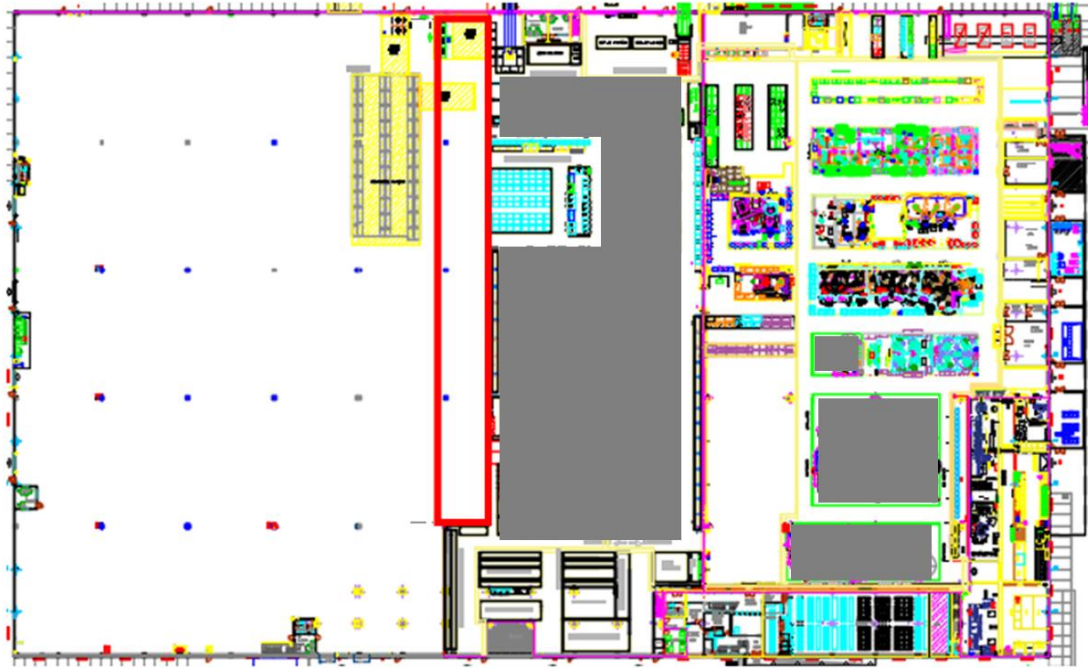


Figura 4.12 - Área Extra Necessária Adquirir

A área necessária adquirir reflete o investimento necessário realizar por parte da organização de modo a solucionar o problema existente. Contudo, após a análise realizada a área disponibilizada através das alterações efetuadas na zona B permitem uma poupança anual de 62,280.00€. Para o cálculo do respetivo valor é necessário considerar algumas métricas como:

- P (Poupança)
- RM (Renda mensal)
- A (Área)
- n (Número de meses)

$$P = RM \times A \times n \quad (3.5)$$

4.4.2. Problemas Logísticos na Zona A

Uma vez terminada a análise substância-campo da secção 4.4.1. é necessário proceder à reorganização da zona A que contempla os processos de sequência de espumas e tecidos, sequência de manuais de instrução e sequência de painéis de portas, para os modelos S1 e S2.

A utilização da metodologia 5S, da filosofia *lean*, aponta para um reaproveitamento dos recursos disponíveis desta área. Assim, foram realizadas alterações de *layout* ao nível do número de módulos de estantes pertencentes ao armazém de matéria-prima do processo de sequência de espumas e tecidos dos modelos S1 e S2. A etapa com maior incidência na utilização desta ferramenta é a *Seiri* (triagem), uma vez que alguns módulos encontram-se vazios no processo

atual. Desta forma, após a identificação dos mesmos, conclui-se que 13 dos 196 módulos de estantes existentes serão removidos, o que equivale a uma redução de 6,6% do número total de estantes. Para além da redução verificada no número de estantes foi possível proceder a uma aproximação das mesmas relativamente à zona onde se executa o processo de sequência da presente área produtiva. Como a área onde se realiza este processo não sofre alterações, as restantes etapas, que constituem a metodologia 5S, já se encontram implementadas não sendo necessário atuar sobre as mesmas.

Como foi referido, as restantes etapas desta metodologia não foram abordadas, uma vez que a utilização desta ferramenta *lean* é transversal a todos os processos produtivos da organização onde são realizadas periodicamente auditorias internas numa filosofia de melhoria contínua. É importante realçar que as notas atribuídas nas auditorias realizadas variam entre os 95% e 100% refletindo o compromisso de todos os colaboradores e a correta implementação da mesma. No anexo VI, encontra-se um exemplo de uma *checklist* das auditorias internas 5S realizadas na zona A.

Contudo, a aproximação da zona de armazenamento de matéria-prima referente a este processo produtivo só foi possível uma vez que as áreas dos processos de sequência dos manuais de instrução e sequência dos painéis de porta foram alteradas para outra área na zona A, não sofrendo qualquer tipo de modificações ao nível do processo em si. Com esta alteração, os mesmos foram reorganizados permitindo aumentar a eficiência do processo logístico através da redução das distâncias percorridas pelos empilhadores no processo de *put-away*, uma vez que o armazém de matéria-prima de ambos encontra-se mais próximo da área de receção.

Na figura 4.13 são visíveis as alterações realizadas ao nível do *layout* sobre os processos produtivos mencionados anteriormente na zona A.

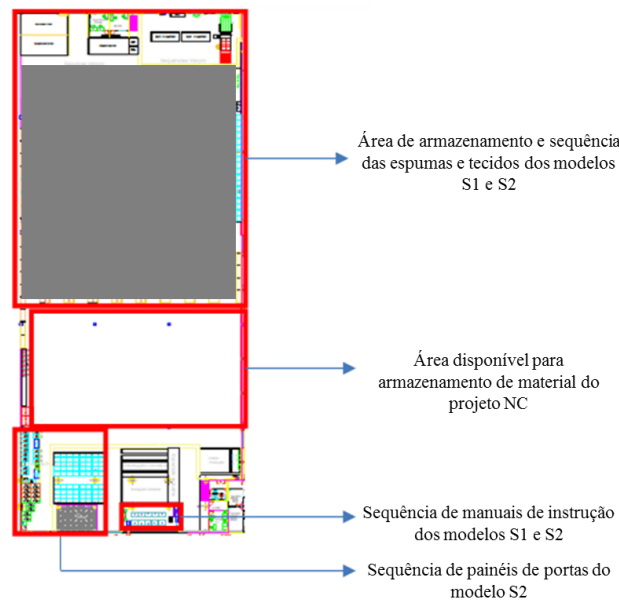


Figura 4.13 - *Layout* da Zona A Após Aplicação 5S

4.5. Proposta do *Layout* Logístico NC

Na figura 4.14 é apresentado o *layout* geral da organização após as alterações executadas aplicando a metodologia 5S na zona A e a análise substância-campo na zona B libertando 2000 m² e 800 m², respectivamente.

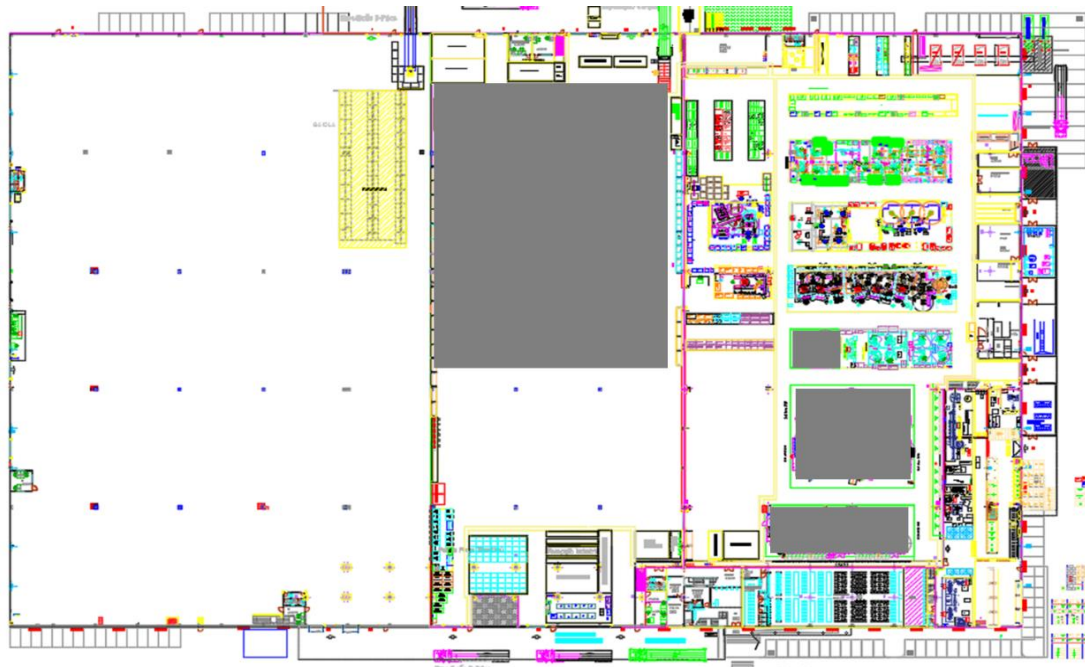


Figura 4.14 - *Layout* Geral Após Alterações nas Zonas A e B

É importante realçar que o processo logístico apresenta eficiência se as referências de produto acabado ou matéria-prima estiverem agrupadas. Por exemplo, a área disponibilizada na zona B apenas pode ser ocupada por matéria-prima ou produto acabado, uma vez que não é possível

alocar todo o material inerente ao projeto NC apenas numa das zonas existentes. Deste modo, o critério definido para ultrapassar esta dificuldade foi a quantidade de embalagem por *rack*. Como é possível verificar, através da análise do anexo IV e V, as embalagens que apresentam menor capacidade são as de produto acabado, apresentando, assim, uma maior taxa de rotação por embalagem. Isto é, o número de vezes que cada referência é transportada para armazém, significando um maior número de deslocamentos no processo de *put-away* e *picking* de produto acabado, traduzindo-se em desperdícios.

Em suma, tendo em consideração os fatores expostos anteriormente, conclui-se que o mais vantajoso é situar a matéria-prima na zona A e o produto acabado na zona B.

4.5.1. Implementação e Conceito SuMa NC

Após a simulação da capacidade em situar os contentores de matéria-prima referentes a cada uma das linhas de produção do projeto NC, surge outro desafio relativamente à falta de área disponível no bordo de linha da linha de produção da longarina traseira.

Na figura 4.15, é identificado o problema encontrado onde é visível a falta de área para alocar todos os contentores de matéria-prima. No retângulo vermelho, encontram-se os restantes contentores que ficaram por colocar no bordo de linha. Mais uma vez, importa referir que por motivos de confidencialidade, não é possível ilustrar o *layout* da linha de produção em questão.

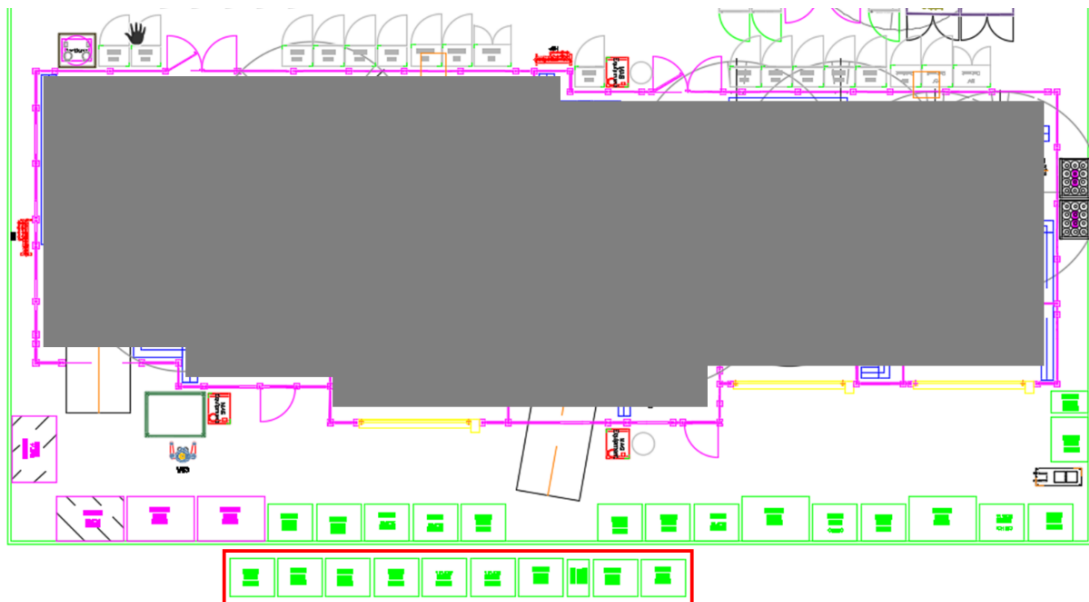


Figura 4.15 - Linha de Produção da Referência de Produto Acabado 1,2,3 e 4

Apesar da criticidade verificada no bordo de linha desta linha produtiva, todas as outras apresentam área suficiente para que seja possível situar os contentores de matéria-prima, como se pode observar no anexo VII.

Importa salientar que para todas as linhas produtivas considerou-se uma localização para um contentor de produto acabado cheio e uma localização para um contentor de produto acabado vazio, de modo a evitar que a qualquer momento a produção seja interrompida por falta de capacidade dos mesmos. Porém, existe uma exceção numa das linhas de produção, na qual apenas é possível alocar um contentor de produto acabado para cada referência. Caso contrário, não seria possível disponibilizar todos os contentores de matéria-prima no bordo de linha.

Dada a impossibilidade física verificada na linha supra identificada, é necessário implementar um supermercado de produção referente à linha em questão. Deste modo, o conceito das *racks* existentes no supermercado de produção será diferente das existentes no SuMa atual. No presente, o operador é responsável por realizar o processo de decantação de uma GLT para uma KLT que irá abastecer as *roller-racks* (figura 4.16) situadas no ponto de entrega (POF) da linha através de um comboio de abastecimento, que apresenta rotas e horários definidos para a realização de ciclos de abastecimento.



Figura 4.16 – *Roller-rack* Localizada no POF

Com o conceito SuMa a ser implementado, o operador realiza o processo de decantação da GLT para a KLT, porém algumas referências de matéria-prima pode ser decantadas diretamente para a *rack* SuMa NC.

A diferença entre o conceito SuMa atual e o novo conceito a ser implementado é a redução de movimentos por parte do operador durante o processo de abastecimento, nomeadamente no momento do aprovisionamento do comboio de abastecimento, das *roller-racks* situadas no POF e na recolha de KLT's vazias da *roller-rack*. Através deste novo conceito o operador apenas precisa de atrelar a *rack* SuMa NC ao comboio de abastecimento e no momento de entrega na linha de

produção posicionar a mesma na respectiva localização possibilitando uma redução de desperdícios nesta fase do processo logístico.

Na análise do dimensionamento das *racks* SuMa NC foram apresentadas três alternativas com diferentes níveis de complexidade, numa perspectiva futura de expansão do supermercado de produção NC às restantes linhas de produção. Para a simulação das capacidades das mesmas, foi considerado um tempo de ciclo de 2 minutos/peça para o cálculo da taxa de rotação de cada *rack*. O valor considerado para o cálculo é igual para qualquer referência de matéria-prima. Contudo, aquando a implementação do projeto NC é necessário proceder ao ajuste deste tempo de ciclo para cada referência de modo a determinar a capacidade das *racks* de acordo com as reais necessidades da organização. Importa salientar que as referências que compõem cada uma das *racks* necessitam de estar de acordo com o número de componentes necessárias ao fabrico do respetivo produto acabado. Deste modo, é possível garantir que todas as referências que integram a *rack* SuMa NC são consumidas, na medida que no momento da recolha a mesma se encontre totalmente vazia.

Na figura 4.17 observa-se a *rack* SuMa 1 NC que apenas transporta KLT's de diferentes dimensões para a linha de produção. O tipo de embalagens representadas são KLT: 3147, 4147 e 4280.

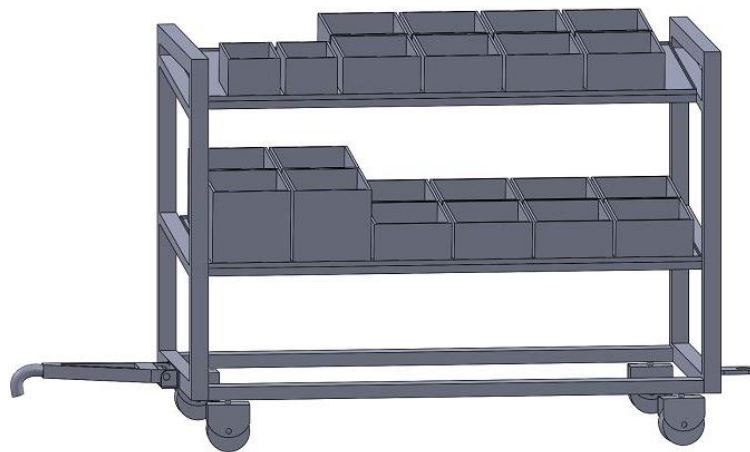


Figura 4.17 - *Rack* SuMa 1 NC

A *rack* SuMa 1 é composta por oito referências de matéria-prima associadas ao produto acabado 1 e 3, apresentando uma taxa de rotação de 160 minutos. Na tabela 4.4 encontra-se a constituição da *rack* SuMa 1 NC.

Tabela 4.4 - Constituição da *Rack* SuMa 1 NC

Referência Produto Acabado	Referência Matéria-prima	Tipo de Embalagem	Nº de Componentes na <i>Rack</i>	Nº de KLT's na <i>Rack</i>	Taxa de Rotação <i>Rack</i> (min)
1 e 3	1.8	4147	40	2	160
	3.9	4147	40	2	
	1.1	3147	80	1	
	3.1	3147	80	1	
	1.6	4147	20	4	
	3.6	4147	20	4	
	1.12	4147	20	4	
	3.11	4280	20	4	

Nas duas figuras representadas em seguida é possível visualizar duas *racks* com grau de complexidade mais elevado relativamente à apresentada na figura 4.18, uma vez que o processo de decantação é realizado diretamente para a *rack*. As bases para as KLT's são móveis permitindo um maior nível ergonómico para o operador no momento de alcançar as matérias-primas que se situam na base inferior da *rack*.

Na figura 4.18 é apresentada a *rack* SuMa 2 NC.

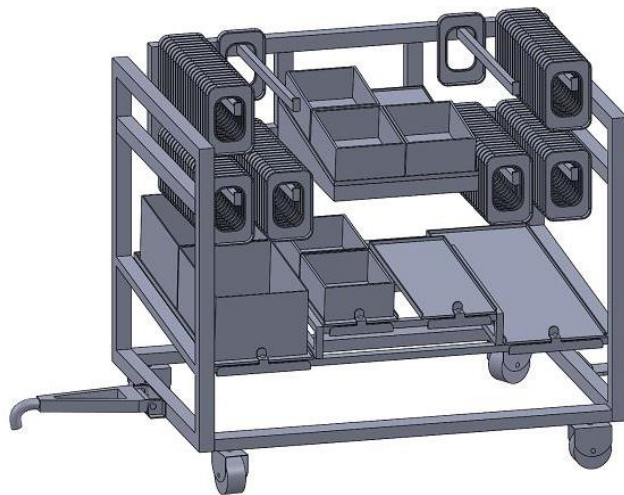


Figura 4.18 - *Rack* SuMa 2 NC

Existem 6 referências de matéria-prima, associadas às referências de produto acabado 1 e 3, que constituem a *rack* SuMa 2. A mesma apresenta uma taxa de rotação de 160 minutos. É de realçar que as referências de matéria-prima 1.11 e 3.10 são decantadas diretamente para a *rack*. As restantes características são apresentadas na tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Constituição da *Rack* SuMa 2 NC

Referência Produto Acabado	Referência Matéria-prima	Tipo de Embalagem	Nº de Componentes na <i>Rack</i>	Nº de KLT's na <i>Rack</i>	Taxa de Rotação <i>Rack</i> (min)
1 e 3	1.7	6280	40	2	160
	3.7	6280	40	2	
	3.8	4147	20	4	
	1.8	4147	20	4	
	1.11	-----	80	1	
	3.10	-----	80	1	

Na figura 4.19 é apresentada a *rack* SuMa 3 NC.

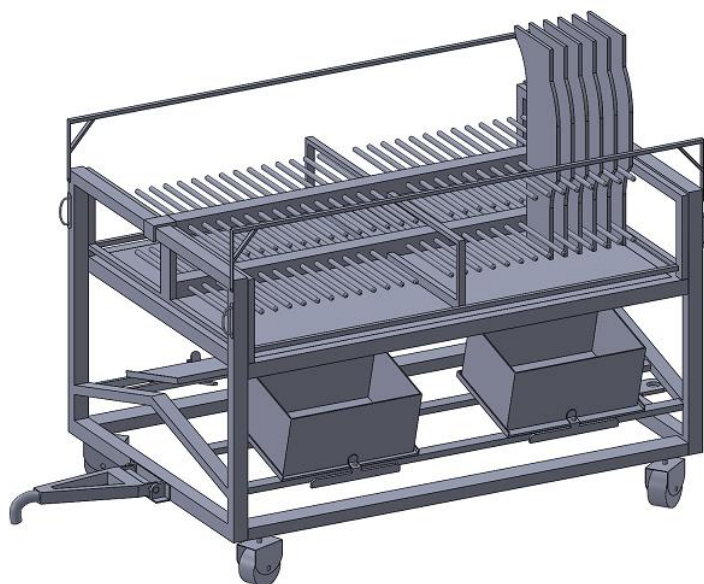


Figura 4.19 - *Rack* SuMa 3 NC

A matéria-prima que constitui a *rack* SuMa 3 NC é composta por 4 referências e apresenta uma taxa de rotação de 60 minutos. Note-se referências 9.10 e 10.10 são decantadas diretamente para a *rack* SuMa 3, onde são acondicionadas entre os batentes que constituem a parte superior da mesma. As restantes características da presente *rack* SuMa são mostradas na tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Constituição da *Rack* SuMa 3 NC

Referência Produto Acabado	Referência Matéria-prima	Tipo de Embalagem	Nº de Componentes na <i>Rack</i>	Nº de KLT's na <i>Rack</i>	Taxa de Rotação <i>Rack</i> (min)
9 e 10	9.10	-----	30	1	60
	9.2	6280	15	2	
	10.3	6280	15	2	
	10.10	-----	30	1	

A nível estrutural, é necessário assegurar a estabilidade das *racks* apresentadas. Uma vez que as *racks* foram projetadas para transporte de matéria-prima e estar em constante movimento entre o supermercado de produção NC e os pontos de entrega no bordo de linha das referidas linhas produtivas. Deve garantir-se a escolha correta do material, na medida em que este deve apresentar parâmetros de resistência mecânica adequados para o efeito. Na tabela 4.7 podem ser consultadas as dimensões gerais das *racks* SuMa NC apresentadas.

Tabela 4.7 - Dimensões das *Racks* SuMa NC

<i>Rack</i> SuMA	Dimensões (comprimento x largura x altura) mm
1	1830 x 1400 x 1648
2	2017 x 1105 x 1498
3	2130 x 1400 x 1558

Como se observa na figura 4.20 a utilização das *racks* apresentadas torna o posto de trabalho mais organizado, limpo e atrativo para a realização das tarefas subjacentes ao processo de produção traduzindo a filosofia *lean*.

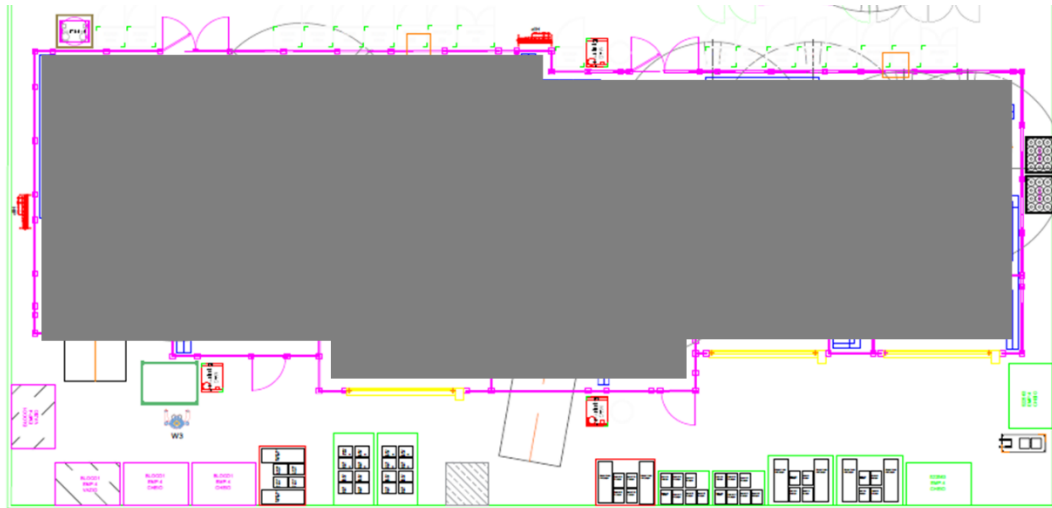


Figura 4.20 - *Layout* da Linha de Produção com *Racks* SuMa NC

Contudo, não foi possível eliminar na totalidade a presença de contentores de matéria-prima uma vez que a dimensão da referência de matéria-prima em questão apresenta dimensões que impossibilita o processo de decantação.

4.5.2. Estrutura SuMa NC

O supermercado de produção do projeto NC será implementado na área disponível junto do armazém de matéria-prima da zona A do novo modelo automóvel (figura 4.21).

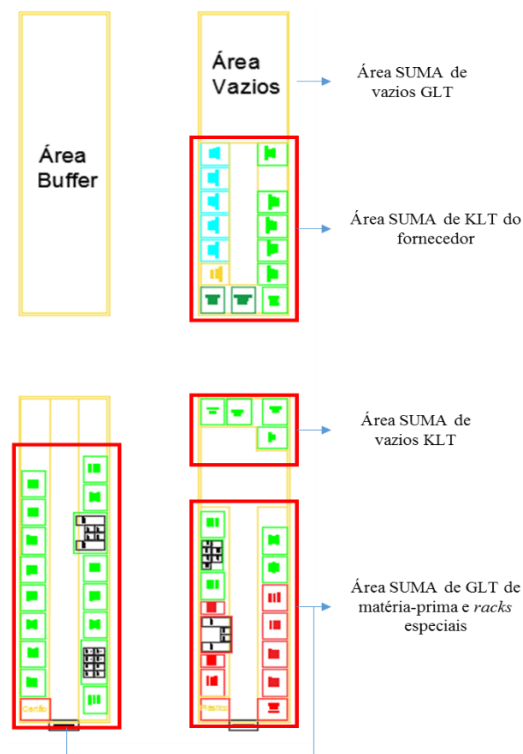


Figura 4.21 – *Layout* SuMa NC

O supermercado de produção irá localizar-se ao nível do chão onde se situam os contentores de matéria-prima, as *racks* SuMa NC e a matéria-prima rececionada através de KLT por parte do fornecedor. Existe, ainda, uma área de vazios para as KLT que regressam da linha de produção e para os contentores GLT quando estes se encontram vazios após os processos de decantação realizados. A área de *buffer* considerada permite garantir a área necessária no caso de a organização optar por expandir o supermercado de produção do projeto NC a todas as linhas de produção do projeto em estudo.

Para o processo de decantação, o operador terá o auxílio de um carro de apoio que será dimensionado numa fase avançada do projeto. O dimensionamento do supermercado de produção foi realizado de modo a existir o mínimo de desperdícios no que diz respeito a deslocações por parte do operador durante o processo de decantação. Assim, as matérias-primas correspondentes a cada *rack* SuMa NC estão situadas na área envolvente da mesma, possibilitando ao operador realizar um percurso em círculo (figura 4.22).

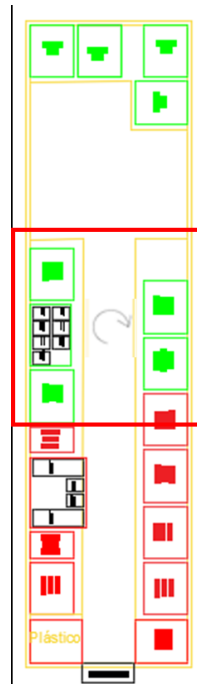


Figura 4.22 - Exemplo do Circuito no Processo de Decantação SuMa NC

Tal como se verifica no SuMa atual, a implementação de rotas e horários para o abastecimento da linha de produção será fundamental de forma a evitar diferentes tipos de desperdícios: tempos de espera e movimentações desnecessárias de transporte. Este estudo será realizado numa fase posterior.

A matéria-prima rececionada em KLT do fornecedor apresenta o mesmo processo que se verifica no SuMa atual, na qual o operador realiza o *picking* da KLT para o comboio, abastecendo todas

as linhas de produção NC através de *roller-racks* situadas no POF. Na figura 4.23 é apresentado o comboio de abastecimento com a *rack* de *hardware* composta por KLT's.



Figura 4.23 - Comboio de Abastecimento de KLT's de Fornecedor

4.5.3. Dimensionamento da Proposta do *Layout* NC

Seguindo as normas definidas pelo departamento de segurança dimensionou-se o *layout* de ambos os armazéns juntamente com o *layout* SuMa NC (figura 4.24). A organização dos dois armazéns é realizada através de localizações dedicadas. A decisão por este tipo de armazenamento surge após uma análise relativa à melhor forma de organização de armazém, concluído que a área ocupada através da utilização de armazém *agile* em detrimento do armazém com localizações dedicadas não apresenta vantagens significativas. Deste modo, o processo logístico realizado torna-se mais eficiente. A matéria-prima rececionada por KLT de fornecedor é armazenada em dois módulos de estante na zona B.

Para além das normas de segurança consideradas foi tida em consideração a maior aproximação possível de cada referência à respetiva linha de produção de ambos os armazéns.



Figura 4.24 - *Layout* com Armazém de Matéria-prima, Produto Acabado e SuMa NC

Após o dimensionamento da proposta de *layout* de ambos os armazéns, definiu-se um código de cores para as referências de matéria-prima e produto acabado, de modo a que processo de identificação das mesmas seja agilizado através da gestão visual realizada. Assim, as referências de matéria-prima que apresentem a mesma cor que a respetiva referência de produto acabado correspondem à mesma família. Na tabela 4.8, é identificado o código de cores para cada referência de produto acabado existente.

Tabela 4.8 - Código de Cores Aplicado à Matéria-prima e Produto Acabado NC

Referência Produto Acabado	Código de Cor
1 e 3	Verde-claro
2 e 4	Vermelho
5 e 6	Verde-escuro
7 e 8	Amarelo
9 e 10	Azul
11 e 12	Laranja
14 e 13	Roxo

As alterações realizadas em ambas as zonas produtivas resultam num investimento de 28,536.00€. O valor identificado, contempla todos os custos resultantes das operações necessárias para a alteração do *layout*.

4.6. Previsão dos Indicadores da Ocupação dos Operadores no Novo *Layout* Logístico

Para que seja possível proceder ao cálculo das taxas de ocupação por operador do novo *layout* proposto, a ferramenta MTM, foi, mais uma vez, necessária para os cálculos realizados.

Deste modo, foi necessário ajustar as distâncias percorridas pelos operadores após as alterações do *layout* das áreas de armazenamento de matéria-prima e produto acabado dos modelos S1 e S2, bem como construir novas folhas de cálculo MTM para o cálculo da taxa de ocupação do novo supermercado de produção e das atividades logísticas respeitantes ao projeto NC.

De forma análoga aos cálculos realizados na secção 3.2.3, procede-se aos referidos ajustes para as atividades logísticas e processos de decantação em ambos os supermercados de produção. Na tabela 4.9 encontram-se as taxas de ocupação por operador, em cada turno laboral, para as diferentes atividades logísticas do novo *layout* logístico, respeitantes aos processos produtivos da zona B.

Tabela 4.9 - Taxa de Ocupação dos Operadores das Atividades Logísticas do Novo *Layout*

	Descrição das Atividades Logísticas	Taxa de ocupação (%)
Matéria-prima VW e NC	Receção de contentores cheios	23,28
	<i>Put-away</i> de contentores cheios	82,29
	Picking de contentores cheios e vazios	146,19
	Expedição de contentores vazios	6,49
Produto Acabado VW e NC	Receção de contentores vazios	23,84
	<i>Put-away</i> de contentores vazios	96,05
	<i>Picking</i> vazios + <i>Put-away</i> de contentores cheios	274,30
	<i>Picking</i> de contentores cheios	219,06
	Expedição de contentores cheios	39,64
Processo de decantação (SuMa) dos modelos S1 e S2		58,63
Processo de decantação (SuMa) do modelo T		66,30
Processo logístico do modelo FM		37,63
Recurso administrativo		100,00
Total		1173,72

Como se pode observar através da análise da tabela 4.10, a taxa de ocupação por operador é 97.83% para os processos de atividade logísticas referentes à produção dos modelos S1, S2, FM e T. Deste modo, são necessários 12 operadores, por turno, para que as atividades logísticas sejam realizadas de forma eficiente.

Tabela 4.10 - Taxa de Ocupação Média por Operador do Novo *Layout*

Número de Operadores	11,74
Número de Operadores Reais	12
Taxa de Ocupação Média por Operador	97,83%

Através da análise realizada na presente secção verifica-se um incremento de 3 operadores, para a realização das atividades logísticas, face ao sistema atual.

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1. Conclusões Finais

A abordagem de metodologias e ferramentas inovadoras é fundamental para a resolução de problemas nas organizações. A referida resolução de problemas traduz-se num fator diferenciador, permitindo o ganho de competitividade perante os concorrentes do mesmo sector. Além disto, permite assegurar que as soluções encontradas sejam adequadas ao cliente de forma a garantir a satisfação do mesmo.

No âmbito do estudo realizado, aplicaram-se a metodologia TRIZ e a filosofia *Lean*, que promoveram a introdução de inovação e de melhoria contínua no sistema logístico. Todavia, a utilização de outras metodologias, tais como o modelo de Kano e MTM, permitiram contribuir para um melhor entendimento relativo às necessidades do cliente e avaliar os recursos necessários para o estudo concretizado, respetivamente.

O objetivo do estudo realizado visou o dimensionamento do *layout* logístico. Esta necessidade surgiu devido à introdução da produção de novos componentes relativos ao modelo automóvel T, através das abordagens referidas anteriormente. Contudo, o objetivo inicial foi excedido, na medida em que foi necessário dimensionar um supermercado de produção e as respetivas *racks* de matéria-prima.

A análise ao sistema atual foi realizada com o intuito de caracterizar as diferentes áreas produtivas e de armazenamento, bem como todas as atividades logísticas inerentes ao processo logístico. Por conseguinte, foi também realizada a análise dos indicadores de ocupação dos operadores para as atividades logísticas mencionadas.

O desenvolvimento do modelo da proposta do dimensionamento do *layout* logístico permitiu definir as etapas inerentes à concretização do presente estudo. Desta forma, a realização de sessões de *brainstorming* permitiram aferir as opiniões de todos os intervenientes diretos no projeto NC. No entanto, a utilização da referida ferramenta não foi suficiente para determinar quais os fatores considerados críticos sujeitos a intervenção. Assim, procedeu-se à elaboração de inquéritos utilizando os modelos de Kano para identificar de forma objetiva os fatores mais significativos no estudo realizado. Porém, estes não foram conclusivos, uma vez que onze dos treze fatores foram atribuídos como indiferentes, sendo que dois destes foram considerados como contraditórios. Os resultados obtidos demonstraram alguma inércia mental por parte dos inquiridos, traduzindo-se numa das principais limitações face ao estudo realizado. Posto isto,

optou-se por não se aplicar qualquer ação sobre os fatores: alteração das linhas de produção e execução de um processo de decantação de matéria-prima no bordo de linha. Com as conclusões obtidas na presente fase, considerou-se alguma flexibilidade nos fatores enumerados, tendo ficado definido que, numa etapa inicial, as alterações realizadas seriam ao nível do armazém de matéria-prima e produto acabado dos processos produtivos existentes.

Paralelamente, procedeu-se à recolha de todas as informações necessárias para o dimensionamento do *layout* logístico NC, entre elas a matéria-prima, produto acabado e tipos de embalagens. O entendimento das características dos tipos de embalagens foi fundamental para definir a área mínima necessária para a implementação do novo *layout*. As normas de segurança foram igualmente relevantes na recolha de informação realizada.

A análise Substância-Campo da ferramenta TRIZ e a metodologia 5S da filosofia *Lean* foram importantes no estudo realizado, uma vez que possibilitaram caracterizar as áreas sujeitas a alterações, bem como as modificações a concretizar nas mesmas. Desta forma, foi possível disponibilizar a área necessária para acolher o projeto NC. Consequentemente, através das alterações efetuadas foi possível garantir uma poupança anual no valor de 62.280,00€.

A necessidade de implementação de um supermercado de produção surgiu devido ao constrangimento físico verificado no bordo de linha de uma das linhas de produção. Assim, foi necessário dimensionar *racks* SuMa, de modo a permitir que todas as matérias-primas se encontrem no referido bordo de linha quando requisitadas.

A utilização da ferramenta MTM permitiu determinar as taxas de ocupação para as atividades do processo logístico, após o dimensionamento da proposta do *layout* logístico. A análise dos indicadores de ocupação dos operadores, para o novo *layout*, permitiu concluir que irá existir um incremento de 3 operadores nas atividades logísticas inerentes às áreas produtivas da zona B.

5.2.Trabalhos Futuros

No seguimento do trabalho desenvolvido, pretende-se dar continuidade ao estudo realizado, de modo a que o processo logístico seja o mais eficiente possível.

Como foi referido na secção 4.5.1, é necessário ajustar o dimensionamento das *racks* SuMa de acordo com as reais necessidades da organização, ou seja, através do respetivo tempo de ciclo de cada referência de matéria-prima. Além disto, é necessário definir rotas e horários de abastecimento, que serão realizadas através de um comboio de abastecimento, para que não se verifiquem desperdícios em movimentações desnecessárias e que se garanta o correto abastecimento das linhas de produção.

No âmbito dos trabalhos futuros, são sugeridas algumas propostas de melhoria que visam o aumento da eficiência dos processos produtivos e logísticos da organização. Um dos fatores críticos identificados durante o estudo da necessidade de recursos necessários para a implementação do *layout* foi a distância percorrida pelos empilhadores quando estes transportam os contentores (GLT) vazios para a área de expedição. Esta área está localizada numa zona da fábrica afastada das restantes áreas referentes aos processos logísticos existentes, verificando-se um dos principais desperdícios associados à filosofia *Lean*, as deslocações. Face à situação descrita anteriormente, sugere-se a alteração da zona de expedição com intuito de aumentar a eficiência e a redução de custos.

A introdução da matriz de idealidade, pertencente à metodologia TRIZ, é uma ferramenta que demonstra um elevado potencial de avaliação do estado dos sistemas produtivos existentes. Desta forma, será possível quantificar o estado dos diferentes processos produtivos e logísticos sempre que se pretenda implementar melhorias nos mesmos.

Por último, salienta-se a realização de ações de formação como método para ultrapassar a barreira de inércia mental verificada durante a realização dos inquéritos do modelo de Kano. As mesmas surgem com o intuito de identificar melhorias no processo produtivo e logístico de forma mais rápida e objetiva.

Bibliografia

- Almeida, R. M. (2010). *Lean Manufacturing: melhorar o desempenho de linhas de produção*. Universidade de Aveiro - Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial.
- Altshuller, G. (2004). *And Suddenly the Inventor Appeared*. Technical Innovation Center, Inc.
- Associação MTM Portugal. (2009). *MTM - uma ferramenta para a melhoria contínua*. Obtido em 15 de Abril de 2016, de <http://pt.slideshare.net/MTMportugal/mtm-uma-ferramenta-para-a-melhoria-contnua-2897461>
- Bligh, A. (2006). The Overlap Between TRIZ and *Lean*. *IME 552: Lean Manufacturing Systems*, pp. 1-10.
- Bortolotti, T., Danese, P., & Romano, P. (2013). Assessing the impact of just-in-time on operational performance at varying degrees of repetitiveness. *International Journal of Production Research*, 51(4), pp. 1117-1130.
- Carvalho, M. A., & Back, N. (2001). Uso dos conceitos fundamentais da TRIZ e do método dos Princípios Inventivos no desenvolvimento de produtos. *3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto*, pp. 1-8.
- Chen, J., Dugger, J., & Hammer, B. (2001). A Kaizen Based Approach for Cellular Manufacturing System Design: A Case Study. *The Journal of Technology Studies*, 27, pp. 19-27.
- Coimbra, E. (2008). Os 7 Princípios Kaizen. *Kaizen Institute*, 2, pp. 1-2.
- Coimbra, E. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill.
- Duguay, C. R., Landry, S., & Pasin, F. (1997). From mass production to flexible/agile production. *Internetonial Journal of Operations & Production Management*, 17, pp. 1183-1195. doi:10.1108/01443579710182936
- Fey, V., & Rivin, E. (1997). *The Science of Innovation - A Managerial Overview of The TRIZ Methodology*. The TRIZ Group.
- Ford, H. (2005). *My Life and Work*. Cosimo Classics.
- Gadd, K. (2011). *TRIZ For Engineers: Enabling Inventive Problem Solving* (1ª ed.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Ghicajanu, M. (2011). Romanian Companies Dilemmas - Business Reengineering or Kaizen. *Annals of University of Petrosani Economics*, 11(1), pp. 97-104.
- Ghinato, P. (1995). Sistema Toyota de Produção: Mais Do Que Simplesmente Just-in-Times. *Produção*, 5. doi:10.1590/S0103-65131995000200004
- Hutchins, D. (1988). *Just in Time* (2ª ed.). Gower Technical Press.

- Iata, C. M. (2002). *Modelo Kano de satisfação do cliente: Um estudo de caso para clientes internos*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Ilevbare, I., Phaal, R., Probert, D., & Padilla, A. T. (2011). Integration of TRIZ and roadmapping for innovation, strategy, and problem solving. *Centre for Technology Management*.
- Ilevbare, I., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ and its benefits and challenges in practice. *Technovation*, 33, pp. 30-37.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success* (1ª ed.). Irwin/McGraw-Hill.
- Juran, J. M. (1989). *Juran on Leadership for Quality - An Executive Handbok*. The Free Press.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Handbook* (5ª ed.). The McGraw-Hill .
- Laring, J., Forsman, M., Kadefors, R., & Ortengren, R. (2002). MTM-based ergonomic workload analysis. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30, pp. 135-148.
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the Word's Greatest Manufacturer*. McGrawHill Professional.
- Miller, J., Domb, E., MacGran, E., & Teminko, J. (2001). Using the 76 Standard Solutions: A case study for improving the world food supply. *Proceedings of TRIZCON2001*, pp. 1-18.
- Naumann, E., & Hoisington, S. (2001). *Customer centered Six Sigma: linking customers, process improvement and financial results*. ASQ Quality Press.
- Navas, H. V. (2013a). TRIZ: Design Problem Solving with Systematic Innovation. *Advances in Industrial Design Engineering*. doi:10.5772/55979
- Navas, H. V. (2013b). TRIZ: Uma metodologia para a resolução de problemas. *Guia de Empresas Certificadas*.
- Navas, H. V. (2014a). Fundamentos do TRIZ - Parte VIII - Modelo Substância-Campo. *Inovação e Empreendedorismo*, 57.
- Navas, H. V. (2014b). Fundamentos do TRIZ - Parte V - Idealidade de um Sistema. *Inovação e Empreendedorismo*, 54.
- Navas, H. V. (2014b). Fundamentos do TRIZ - Parte Y - Idealidade de um sistema. 54.
- Navas, H. V. (2015). Fundamentos do TRIZ - Parte IX - Algoritmode Resolução Inventiva de Problemas (ARIZ). *Inovação e Empreendedorismo*, 60.
- Navas, H. V. (2015). Fundamentos do TRIZ - Parte XI - Ferramentas para Vencer a Inércia Mental. *Inovação e Empreendedorismo*, 60.
- Navas, H. V., & Machado, V. C. (2015). Systematic Innovation in a *Lean* Management Context. *TMQ - Techniques, Methodologies and Quality*.

- Neto, S. C., & Takaoka, H. (2010). *Utilização do Modelo Kano para classificar importância de funcionalidades em ambientes virtuais de aprendizagem*. São Paulo.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2003). *Methods, Standards and Design* (11^a ed.). The McGraw-Hill Companies .
- Novaski, O., & Sugai, M. (2002). MTM como ferramenta para redução de custos: O taylorismo aplicado com sucesso nas empresas de hoje. 2. doi:10.14488/1676-1901
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (1^a ed.). Productivity Press.
- Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2012). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos* (2^a ed.). FFCT - Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Rantanen, K., & Domb, E. (2002). *Simplified TRIZ: New Problem-Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professionals*. CRC Press, LLC.
- Riani, A. (2006). O *lean* manufacturing aplicado na Betcon Dickinson. Universidade Federal de Juiz de Fora. MG – Brasil.
- Rocha, T. (2014). Impacto do Kaizen numa empresa de serviços. São Paulo: Faculdade de Tecnologia.
- Sauerwein, E., Bailon, F., Matzler, K., & Hinterhuber, H. (1996). The Kano Model: How to Delight your Customers. *International Working Seminar on Production Economics, I*, pp. 313-327.
- Savransky, S. (2000). *Engineering of Creativity - Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*. CRC Press.
- Schnellecke. (2015). *Acolhimento ao colaborador 2015 - Empresas do Grupo Schnellecke*.
- Schnellecke Portugal. (2008). *Filosofia, desenvolvimento e serviços da Schnellecke Portugal*. Obtido em 12 de 03 de 2016, de <http://www.schnellecke.pt/html/pt/empresa.php>
- Souchkov, V. (2007). <http://www.triz-journal.com/differentiating-among-the-five-levels-of-solutions/>. Obtido em 4 de Abril de 2016
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*. The Free Press.
- Wilson, L. (2010). Chapter 20: A House of *Lean*. Em *How to implement Lean Manufacturing* (pp. 300). Nova Iorque : The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth In Your Corporation* (2003 ed.). New York: Free Press.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2005). *Lan Solutions: How Companies and Costumers Can Create Value and Wealth Together*. New York: Free Press.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world* (2007 ed.). New York: Free Press.

Anexos

Anexo I – Folha de Cálculo MTM do Processo de *Picking*

Tabela A.1 - MTM do Processo de *Picking* da Referência de Matéria-prima 2.1

FOLHA DE ANALISE MTM (METHOD TIME MEASUREMENT)						
Nº	Descrição	Código	TMU	nº	Freq.	Total TMU
Picking GLT						
1	Preparação da máquina (1 Vez por turno)	Rack Size	406	Empilhamento	6	
	Operador desloca-se para sala de baterias	KA	25		0,00	12
	Primeiro arranque do dia	SZEM-F	635		0,00	1
	Controlo de funcionalidades da máquina	SZSK-F	2115		0,00	5
	Mudança de bateria	SZBW-F	10250		0,00	23
	Retardamento de arranque/paragem	SZVJ-F	30		0,00	0
	Conduzir para receiving	SFIS-F	13		0,00	1
	Curva 90º	SFRS-F	65		0,00	0
	Iniciar Tablet (1 Vez por turno)					
	Iniciar sessão no TABLET	PTMN	1666.666667		0,00	4
	Inserir código	IDTW	65		0,00	0
	Inserir campos de armazém	IDTW	65		0,00	0
	Ler informação do TABLET	IALW	25		0,00	0
	Desloca-se para Armazém					
	Retardamento de arranque/paragem	SFVB-F	28		1,00	28
	Conduzir para localização	SFIL-F	17		34,2	581
	Curva de 90º	SFKL-F	56		1,00	112
	Colocar carga no nível A					
	Elevar para 1º nível	SHHJ-F	56		0,1	1
	Descer para chão	SHSB-F	56		0,1	1
	Colocar carga no nível B					
	Elevar para 2º nível	SHHJ-F	56		1,2	11
	Descer para chão	SHSB-F	56		1,2	11
	Colocar carga no nível C					
	Elevar para 3º nível	SHHJ-F	56		2,4	22
	Descer para chão	SHSB-F	56		2,4	22
	Colocar carga no nível D					
	Elevar para 4º nível	SHHJ-F	56		3,6	34
	Descer para chão	SHSB-F	56		3,6	34
	Colocar carga no nível E					
	Elevar para 5º nível	SHHJ-F	56		4,8	45
	Descer para chão	SHSB-F	56		4,8	45
	Colocar carga no nível F					
	Elevar para 6º nível	SHHJ-F	56		6	56
	Descer para chão	SHSB-F	56		6	56
	Apanha Embalagem localização					
	Direcção para localização	SRLS-F	80		1,00	80
	Alavancas individuais	ABH	20		1,00	20
	Colocar garfos no contentor	SGPK-F	55		1,00	55
	Retirar contentor do empilhamento	STKL-F	95		1,00	95
	Alavancas individuais	ABH	20		1,00	20
	Eleva 10cm	SHPA-F	15		1,00	15
	Alavancas individuais	ABH	20		1,00	20
	Inclinação da Torre	SVHN-F	36		1,00	36
	Paleta fora da Estante	STKL-F	95		1,00	95
	Alavancas individuais	ABH	20		1,00	20
	Direcção para Corredor	SRLI-F	130		1,00	130
	Scan Embalagem					
	Pegar / pousar scanner	EH	55		1,00	55
	Utilizar scanner e confirmar 1º Embalagem	IDES	60		1,00	60
	Confirmar no TABLET	IALW	25		1,00	25
	Apanha etiquetas	IAHA	70		1,00	70
	Travão de mão	AZF	120		1,00	120
	Remover cinto de segurança	AZS	175		1,00	175
	Descer do empilhador	AZA	220		1,00	220
	Andar para lateral de contentor	KA	25		1,00	50
	Colagem de etiqueta	IAKA	65		1,00	65
	Subir para empilhador	AZA	220		1,00	220
	Travão de mão	AZF	120		1,00	120
	Colocar cinto de segurança	AZS	175		1,00	175
	Conduzir para SUMA					
	Retardamento de arranque/paragem	SZVJ-F	30		1,00	30
	Conduzir para linha	SFIL-F	17		34,2	581
	Curva 90º	SFKS-F	16		2	32
	Inicia novo Picking					
	Pressiona Ecâ	IDTE	25		1,00	25
	Confirmar no TABLET	IALW	25		1,00	25
	Trocar contentor cheio pelo vazio na cama do SUMA					
	Retardamento (iniciar)	SFVJ-F	15		1,00	15
	Direccionar (90º)	SRLS-F	80		1,00	80
	Descer para nível do chão com contentor cheio	SHSB-F	56		0,1	6
	Retirar garfos do contentor cheio	SGPK-F	55		1,00	55
	Elevar descarregado para nível da cama	SHHJ-F	56		0,5	28
	Colocar garfos no contentor vazio	SGPK-F	55		1,00	55
	Inclinação torre	SVHN-F	36		1,00	36
	Elevar contentor vazio 10cm	SHPA-F	15		1,00	15
	Retirar contentor vazio da cama	STKL-F	95		1,00	95
	Descer até nível do chão	SHSB-F	56		0,5	28
	Direccionar (90º)	SRLS-F	80		1,00	80
	Retirar garfos do contentor vazio	SGPK-F	55		1,00	55
	Direccionar (90º)	SRLS-F	80		1,00	80
	Colocar garfos no contentor cheio	SGPK-F	55		1,00	55
	Elevar contentor cheio até nível da cama	SHHJ-F	62		1,00	62
	Colocar contentor cheio na cama	STKL-F	95		0,5	48
	Retirar garfos do contentor cheio	SGPK-F	55		1,00	55
	Descer até nível do chão descarregado	SHSU-F	62		0,5	31
	Alavanca	ABH	20		6	120

Levar contentor vazio para zona de vazios						0,599 min
Direccionar (90°)	SRLS-F	80	1	1,00	80	
Colocar garfos no contentor vazio	SGPK-F	55	1	1,00	55	
Elevar 10 cm	SHPA-F	15	1	1,00	15	
Inclinação torre	SVHN-F	36	1	1,00	36	
Conduzir até zona de vazios	SFL-F	17	205,9	1,00	3500	
Curvas 90°	SFKL-F	56	14	1,00	784	
Direccionar (90°)	SRLS-F	80	1	1,00	80	
Colocar contentor vazio na localização	STKS-F	65	1	1,00	65	
Retirar garfos do contentor vazio	SGPK-F	55	1	1,00	55	
Descer descarregado até ao nível do chão	SHSU-F	62	1	1,00	62	
Alavanca	ABH	20	3	1,00	60	
Retardamento (Parar)	SFVU-F	15	1	1,00	15	
						2,884 min
						TOTAL RACK
Qty Contentor						1,00
						5,7269 min
						5,7269 min/GLT

Anexo II – Folha de Cálculo MTM do Processo de Decantação

Tabela A.2 - MTM do Processo de Decantação da Referência de Matéria-prima 1.11

FOLHA DE ANALISE MTM (METHOD TIME MEASUREMENT)						
Descrição: Decantação directa à rack Código: Início: O operador está junto à rack especial de SUMA 1 Conteúdo: Decantação da Matéria-Prima: Fim: O operador desloca-se para o junto da rack especial SUMA 1						
Nº	Descrição	Código	TMU	nº	Freq.	Total TMU
Decantação de Matéria-Prima						
1	Rack Size	80	Nº de peças a decantar	5,00		
Decantação de MP directa à rack						
	Andar da rack especial SUMA 2 até rack especial SUMA 1	KA	25	5,6	0,17	23
	Andar até contentor/Andar até rack de decantação	KA	25	3,4	16,00	1360
	Ler referencia	VA	15	1	1,00	15
	Inclinar	KB	60	1	16,00	960
	Visualizar nº de peças a decantar	JALW	25	1	1,00	25
	Pegar 5 peças	AE2	55	1	16,00	880
	Andar até Rack Especial SUMA	KA	25	3,4	16,00	1360
	Colocar peças de Matéria Prima na Rack	PB2	30	1	16,00	480
	Ajuste adicional	PA2	20	1	16,00	320
GLT						
	Abrir embalagem (Retirar tampa)	PADC	95	1	0,006	1
	Verificar se a 1ª peça da embalagem corresponde a descrição da etiqueta B/C/N	VA	15	1	0,006	0,1
	Posicionamento adicional	PA2	20	1	0,006	0,1
	Retirar cartão do contentor	AB1	30	1	0,006	0,2
	Inclinar	KB	60	1	0,006	0,3
	Andar/voltar até zona de cartão/papel	KA	25	14	0,006	1,9
	Colocar cartão no contentor de cartão/papel	AB1	30	1	0,006	0,2
	Fechar embalagem (Rebater)	SBGS	175	0	0,006	0
Bookout Pedidos manuais						
	Ler com Scanner Código barras na estante da KLT	IDES	60	0	1,00	0
	Inserir quantidade KLT a requisitar (QUANDO PEDIDO >1KLT)	IDTW	65	0	1,00	0
	Validar (carregar botão no handel)	IDTE	25	0	1,00	0
	Ler com Scanner PN da KLT	IDES	60	0	1,00	0
						0,0000 min.
						TOTAL RACK
						3,2560 min
Qty KLT						80,00
						0,0407 min/KLT

Anexo III – Requisitos do Cliente

Inquérito Modelo de Kano (Projeto NC)										
<p>Apresentação: No âmbito do desenvolvimento da minha tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, na empresa Schnellecke Palmela, venho pedir o preenchimento deste inquérito relativamente ao trabalho que está a ser desenvolvido na empresa, de modo a definir o futuro <i>layout</i> logístico na área de produção. O presente inquérito baseia-se no modelo de Kano e pretende determinar quais os parâmetros mais importantes a considerar para a definição do <i>layout</i> logístico. São realizadas 13 questões (relativas ao projeto NC), sendo que cada uma é realizada de forma positiva (ou funcional) e negativa (disfuncional). A classificação das mesmas é efetuada de acordo com a tabela apresentada ao lado, colocando um X na opção que achar mais adequada. Agradeço, desde já a compreensão e o tempo despendido na realização deste inquérito.</p>										
	Questão Positiva ou Funcional					Questão Negativa ou Disfuncional				
Questão 1	Na sua opinião, o armazém de produto acabado deve estar perto da linha de produção?					Na sua opinião, o armazém de produto acabado não deve estar perto da linha de produção?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 2	Na sua opinião, o armazém de matéria-prima deve estar perto da linha de produção?					Na sua opinião, o armazém de matéria-prima não deve estar perto da linha de produção?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 3	Na sua opinião, as linhas de produção devem ser alteradas de modo a disponibilizar maior área para armazenamento?					Na sua opinião, as linhas de produção não devem ser alteradas de modo a disponibilizar maior área para armazenamento?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 4	Na sua opinião, é importante utilizar estantes para armazenamento?					Na sua opinião, não é importante utilizar estantes para armazenamento?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 5	Na sua opinião, é importante implementar um supermercado de produção?					Na sua opinião, não é importante implementar um supermercado de produção?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 6	Na sua opinião, é importante a existência de <i>stock</i> de matéria-prima em transporte em vez de <i>stock</i> em armazém?					Na sua opinião, não é importante existir <i>stock</i> de matéria-prima em transporte em vez de <i>stock</i> em armazém?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 7	Na sua opinião, é importante o armazenamento de matéria-prima através de armazém <i>agile</i> dividido por tipo de embalagem?					Na sua opinião, não é importante o armazenamento de matéria-prima através de armazém <i>agile</i> dividido por tipo de embalagem?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 8	Na sua opinião, é importante a receção de um maior número de KLT de matéria-prima?					Na sua opinião, não é importante a receção de um maior número de KLT de matéria-prima?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 9	Na sua opinião, é importante a receção de um maior número de GLT de Matéria Prima?					Na sua opinião, não é importante a receção de um maior número de GLT de Matéria Prima?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 10	Na sua opinião, o investimento deve limitar ações de melhoria?					Na sua opinião, o investimento não deve limitar ações de melhoria?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 11	Na sua opinião, os equipamentos (empilhadores) estão adequados às tarefas realizadas?					Na sua opinião, os equipamentos (empilhadores) não estão adequados às tarefas realizadas?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 12	Na sua opinião, é importante realizar decantação junto do bordo de linha devido à receção de matéria-prima através de contentores GLT?					Na sua opinião, não é importante realizar decantação junto do bordo de linha devido à receção de matéria-prima através de contentores GLT?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 13	Na sua opinião, é necessário ultrapassar a área disponível na zona B (utilização parcial da zona A)					Na sua opinião, não é necessário ultrapassar a área disponível na zona B (utilização parcial da zona A)				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Figura A.1 – Template do Inquérito NC

Tabela A.3 - Classificação das Respostas do Inquérito NC

Classificação	
1	Concordo Plenamente
2	Tem de ser assim
3	Neutro
4	Passo bem sem isso
5	Discordo Plenamente

Tabela A.4 - Matriz de Classificação de Respostas do Modelo de Kano

Atributos do processo		Questão Disfuncional (negativa)				
		Concordo plenamente (1)	Tem de ser assim (2)	Neutro (3)	Passo bem sem isso (4)	Discordo plenamente (5)
Questão Funcional (positiva)	Concordo Plenamente (1)	Q	A	A	A	L
	Tem de ser assim (2)	C	I	I	I	O
	Neutro (3)	C	I	I	I	O
	Passo bem sem isso (4)	C	I	I	I	O
	Discordo Plenamente (5)	C	C	C	C	Q

A – Atrativo

L – Linear

O – Obrigatório

I – Indiferente

Q – Questionável

C – Contraditório

Anexo IV – Análise à Matéria-prima NC

Tabela A.5 - Características da Matéria-prima

Referência de Produto Acabado	Referência de Matéria-prima	Quantidade por Embalagem	Tipo de Embalagem	Empilhamento de Contentores Cheios	Empilhamento de Contentores Vazios	Número de Contentores SPT			Nº total de contentores em circuito	Nº de Localizações Cheios	Nº de Localizações Vazios
						Stock Segurança	Cheios	Vazios			
1	1.1	10.000	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	1.2	80	522563	4	4	16	40	40	96	14	10
	1.3	456	Cartão	10	0	9	14	14	37	3	0
	1.4	350	111940	6	6	6	10	10	26	3	2
	1.5	950	111940	6	6	3	3	3	9	1	1
	1.6	800	111940	6	6	3	4	4	11	2	1
	1.7	600	111940	6	6	6	6	6	18	2	1
	1.8	600	111940	6	6	5	5	5	15	2	1
	1.9	6000	STACK3147	0	0	1	1	1	3	0	0
	1.10	3500	111940	6	6	2	2	2	6	1	1
	1.11	180	111940	6	6	11	18	18	47	5	3
	1.12	400	111940	6	6	5	8	8	21	3	2
	1.13	500	111940	6	6	4	6	6	16	2	1
	1.14	160	STACK4147	60	60	1	1	1	3	1	1
2	2.1	405	111940	6	6	1	2	2	5	1	1
	2.2	900	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	2.3	105	111902	6	6	3	5	5	13	2	1
	2.4	3000	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	2.5	900	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
3	3.1	10.000	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	3.2	80	522563	4	4	16	40	40	96	14	10
	3.3	1000	Cartão	10	0	1	1	1	3	1	0
	3.4	350	111940	6	6	6	10	10	26	3	2
	3.5	950	111940	6	6	3	3	3	9	1	1
	3.6	800	111940	6	6	3	4	4	11	2	1
	3.7	600	111940	6	6	6	6	6	18	2	1
	3.8	600	111940	6	6	5	5	5	15	2	1
	3.9	5000	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	3.10	180	111940	6	6	11	18	18	47	5	3
	3.11	400	111940	6	6	5	8	8	21	3	2
	3.12	500	111940	6	6	4	6	6	16	2	1
	3.13	160	STACK4147	60	60	1	1	1	3	1	1

4	4.1	405	111940	6	6	1	2	2	5	1	1
	4.2	900	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	4.3	105	111902	6	6	3	5	5	13	2	1
	4.4	3000	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	4.5	900	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
5	5.1	5.000	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	5.2	5.000	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	5.3	120	111940	6	6	9	23	23	55	6	4
	5.4	100	STACK4147	60	60	1	1	1	3	1	1
6	6.1	120	111940	6	6	2	5	5	12	2	1
7	7.1	1000	111950	4	8	2	4	4	10	2	1
	7.2	300	111950	4	8	7	11	11	29	5	2
	7.3	150	111940	6	6	13	22	22	57	6	4
8	8.1	250	STACK4280	30	30	1	1	1	3	1	1
	8.2	1000	111950	4	8	2	4	4	10	2	1
	8.3	350	111902	6	6	6	10	10	26	3	2
	8.4	300	111950	4	8	7	11	11	29	5	2
	8.5	150	111940	6	6	13	22	22	57	6	4
9	9.1	90	111940	6	6	15	36	36	87	9	6
	9.2	400	111940	6	6	5	8	8	21	3	2
	9.3	240	STACK4147	60	60	1	1	1	3	1	1
	9.4	500	111940	6	6	4	7	7	18	2	2
	9.5	450	111940	6	6	8	8	8	24	3	2
	9.6	450	111940	6	6	8	8	8	24	3	2
	9.7	1500	111902	6	6	2	3	3	8	1	1
	9.8	2000	Cartão	10	0	1	2	2	5	1	0
	9.9	48	111940	6	6	14	14	14	42	5	3
	9.10	300	111940	6	6	3	3	3	9	1	1
	9.11	900	111940	6	6	3	4	4	11	2	1
10	10.1	5.000	111940	6	6	1	1	1	3	1	1
	10.2	90	111940	6	6	15	36	36	87	9	6
	10.3	400	111940	6	6	5	8	8	21	3	2
	10.4	240	STACK4147	60	60	1	1	1	3	1	1
	10.5	107	STACK6147	15	15	1	1	1	3	1	1
	10.6	450	111940	6	6	8	8	8	24	3	2
	10.7	500	111940	6	6	7	7	7	21	3	2
	10.8	1500	111902	6	6	2	3	3	8	1	1
	10.9	48	111940	6	6	14	14	14	42	5	3
	10.10	300	111940	6	6	3	3	3	9	1	1
	10.11	900	111940	6	6	3	4	4	11	2	1
11	11.1	200	111902	6	6	7	5	1	13	2	1
	11.2	150	111902	6	6	5	5	5	15	2	1
	11.3	200	111902	6	6	4	4	4	12	2	1
12	12.1	200	111902	6	6	7	5	1	13	2	1
	12.2	150	111902	6	6	5	5	5	15	2	1

	12.3	200	111902	6	6	4	4	4	12	2	1
13	13.1	140	<i>Rack Especial</i>	4	4	12	10	6	28	6	2
	13.2	150	111950	4	8	11	6	2	19	5	1
	13.3	300	111902	6	6	6	3	1	10	2	1
14	14.1	140	<i>Rack Especial</i>	4	4	12	10	6	28	6	2
	14.2	150	111950	4	8	11	6	2	19	5	1
	14.3	300	111902	6	6	6	3	1	10	2	1

Anexo V – Análise ao Produto Acabado NC

Tabela A.6 - Características do Produto Acabado

Referência de Produto Acabado	Quantidade por Embalagem	Tipo de contentor	Nº de Contentores SPT	Localizações Cheio	Nº de Contentores Vazios SPT	Localizações Vazio
1	12	BLOCO1	40	10	13	4
3	12	BLOCO1	40	10	13	4
2	12	BLOCO1	7	2	2	1
4	12	BLOCO1	7	2	2	1
5	10	BLOCO2	9	3	2	1
6	10	BLOCO2	50	13	13	4
7	32	BLOCO6	18	3	5	1
8	32	BLOCO6	18	3	5	1
9	9	BLOCO4	62	16	17	5
10	9	BLOCO4	62	16	17	5
11	60	BLOCO1	9	3	3	1
12	60	BLOCO1	9	3	3	1
13	28	BLOCO5	30	8	7	2
14	28	BLOCO5	30	8	7	2

Tabela A.7 - Dimensões dos Contentores de Produto Acabado

Tipo de Contentor	Compri (mm)	Largura (mm)	Altura(mm)	Empilhamento
BLOCO1	1800	1200	1490	4
BLOCO2	1200	1200	1490	4
BLOCO3	2200	1200	600	3
BLOCO4	1600	1200	1490	4
BLOCO5	2000	1200	1200	4
BLOCO6	1800	1200	1000	6

Anexo VI – Auditoria Interna 5S

Auditoria nº:		Requisitos totalmente cumpridos					
Data:		Requisitos principalmente cumpridos					
Descrição da Sequência		Requisitos parcialmente cumpridos					
Nº Sequência		Requisitos insuficientemente cumpridos					
Nome do seqüenciador		Requisitos não cumpridos					
		NA	0	4	6	8	10
1- Identificação / verificação de layouts (sistema e físicos) - identificações referentes à área (ex: paletes, carrinho apio, etc)							
Observações:							
2- Identificação de embalagens / contentores (ex: Label legível)							
Observações:							
3- Identificação de material (ex: ajuda visual com código de barras legível e correspondente P/N, etiquetas Sequencia, etiqueta rasgada, suja ou com código de barras ilegível, etc...)							
Observações:							
4- Verificação do Acondicionamento das peças no contentor/caixas do fornecedor Caixas de cartão do fornecedor;							
Observações:							
*5- Verificação do estado de acondicionamento das peças nos alvéolos de sequências das capas Vanpro (as capas devem estar armazenadas como se encontram nas embalagens do fornecedor)							
Observações:							
6- Verificação do estado de acondicionamento das peças nas Rack e/ou caixas no decorrer da sequência (cabos de fora, peças colocadas nas direcções correctas, etc...)							
Observações:							
*7- Verificação do Acondicionamento das peças nas Racks no layout de expedição (ex: cabos de fora, cabos descolados, capas dobradas, capas de fora, etc...)							
Observações:							
8 - Verificar o estado das Racks/Caixa de Sequencia (Limpeza, condições, numeração).							
Observações:							
*9 - Verificar o estado dos Contentores (ex: Espumas - Sequências Vanpro - Limpeza, estado conservação, arrumação das espumas)							
Observações:							
*10 - Verificação de integridade do material para sequências (se não há mistura de material; se há correspondência do P/N da identificação com o P/N da peça - quando aplicável)							
Observações:							
11- Verificação da correcta exposição da documentos na área (Ajudas Visuais / Folha de Processo afixadas no início do processo, cópias controladas, etc).							
Observações:							
*12- Verificação o estado de conservação dos documentos na área (Ajudas Visuais, Folha de Processo)							
Observações:							
*13- Verificar se os passos descritos na folha de processo estão a ser cumpridos, incluindo a utilização do scanner							
Observações:							
*14 - Verificar se estão a ser cumpridos os passos descritos nas ajudas visuais relativas às condições específicas das pré-montagens (ex: Montagem telas aquecimento, baldes nos painéis da porta, etc...)							
Observações:							
*15- Verificar se está previsto na folha de processo um método alternativo em caso de falha de scanner							
Observações:							
16- Verificação do correcto funcionamento do Pokeyoke criado pelo scanner (simular picagem incorrecta e verificar resultado)							
Observações:							
17- Verificação do handling das peças e equipamento necessário para efectuar a sequencia (ex: equipamento necessários para realizar algumas sequências; modo de pegar nas capas e espumas)							
Observações:							
*18- Verificar integridade (armazém sequências) de três P/N escolhidos aliatóriamente (confirmar as quantidades no sistema vs físico)							
Observações:							

Anexo VII – Bordo de Linha das Linhas de Produção NC

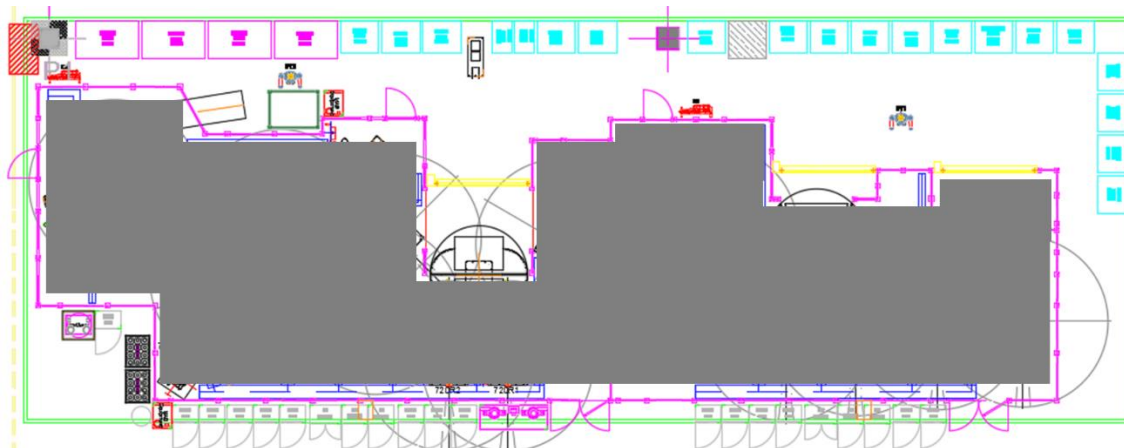


Figura A.3 - Disposição da Matéria-prima na Linha de Produção do Produto Acabado 9 e 10

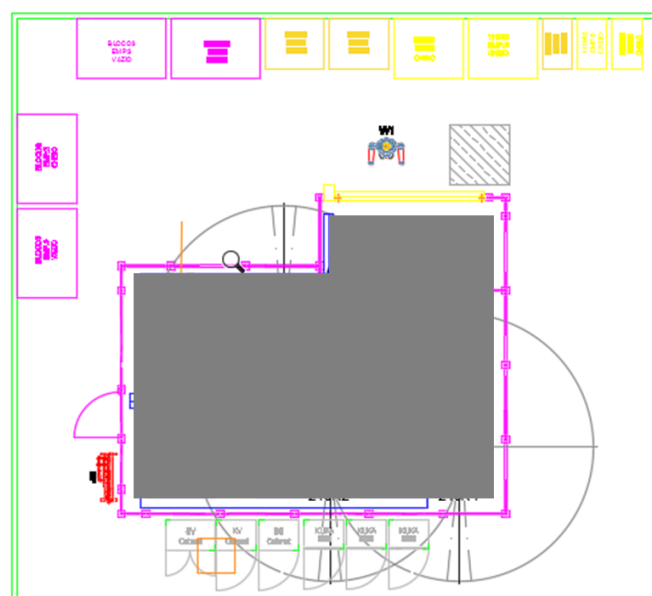


Figura A.4 - Disposição da Matéria-prima na Linha de Produção do Produto Acabado 7 e 8

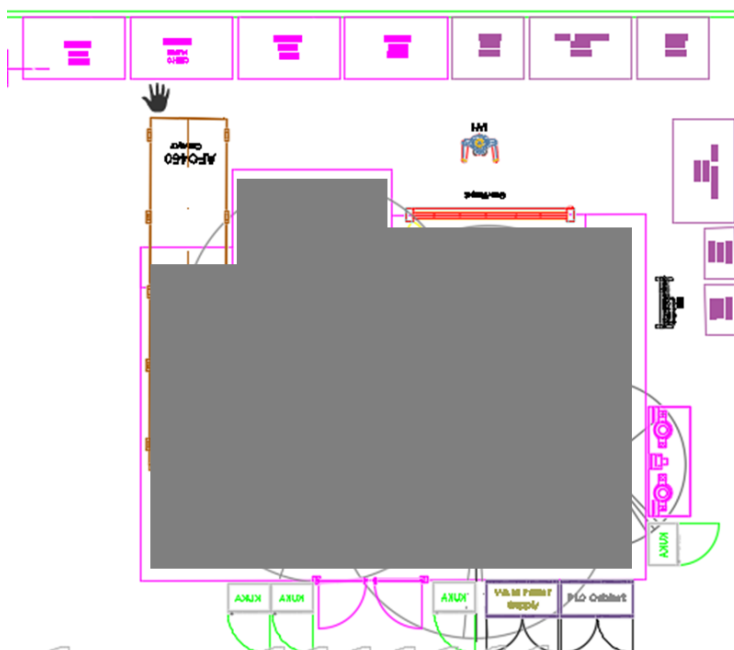


Figura A.5 - Disposição da Matéria-prima na Linha de Produção do Produto Acabado 13 e 14

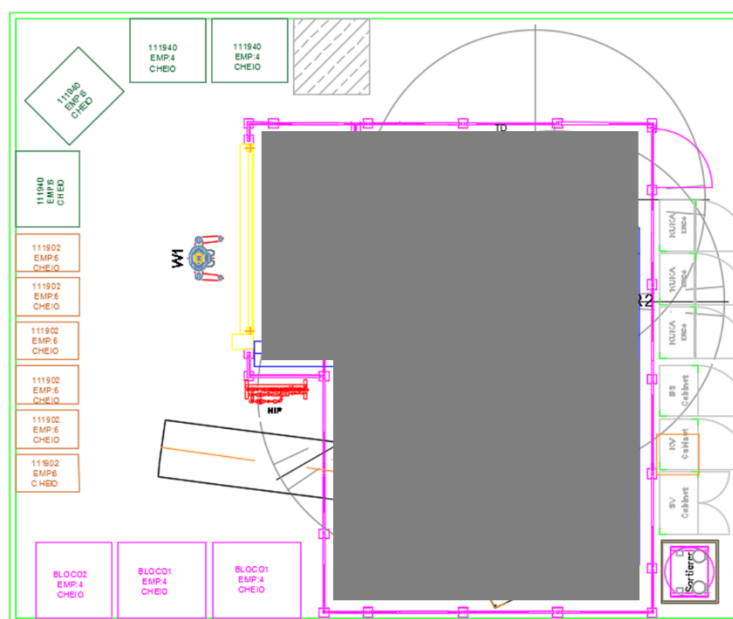


Figura A.6 - Disposição da Matéria-prima na Linha de Produção do Produto Acabado 5, 6, 11 e 12